

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

JPA 10- 275798

Corresponding to

USP 5,951,833

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10275798 A

(43) Date of publication of application: 13.10.98

(51) Int. Cl

H01L 21/3063

H01L 21/304

H01L 21/68

(21) Application number: 09290125

(22) Date of filing: 22.10.97

(30) Priority: 28.11.96 JP 08317841  
03.02.97 JP 09 20814

(71) Applicant: CANON INC

(72) Inventor: YAMAGATA KENJI

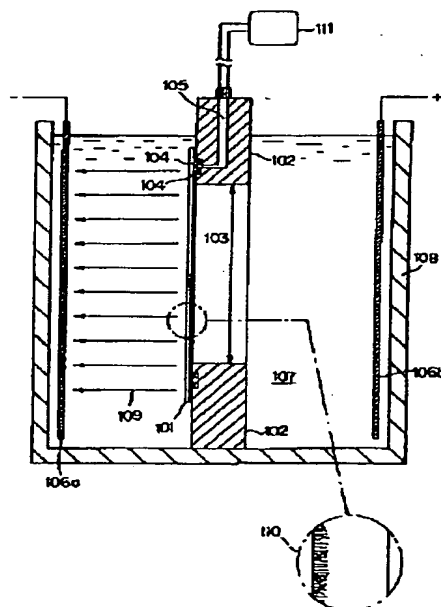
(54) ANODE FORMATION EQUIPMENT AND RELATED EQUIPMENT AND METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of an anode formation treatment by improving a method for supporting a substrate.

SOLUTION: A holder that is made of an HF-resistance material has a circular double groove, and each O ring 104 is embedded into the groove. By reducing the pressure of the space between the double O rings 104 by a pump 111, a silicon substrate 101 is sucked and retained. An opening 103 is provided at a holder 102, and both surfaces of the silicon substrate 101 contact an HF solution 107. By applying a DC voltage with a platinum electrode 106b as a plus electrode, the silicon substrate 101 is subjected to anode formation, thus generating a porous substrate.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-275798

(43) 公開日 平成10年(1998)10月13日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
H01L 21/3063  
21/304  
21/68

識別記号

341

F I

H01L 21/306  
21/304  
21/68

L

C

N

審査請求 未請求 請求項の数67 O L (全34頁)

(21) 出願番号 特願平9-290125

(22) 出願日 平成9年(1997)10月22日

(31) 優先権主張番号 特願平8-317841

(32) 優先日 平8(1996)11月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-20814

(32) 優先日 平9(1997)2月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 山方 憲二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

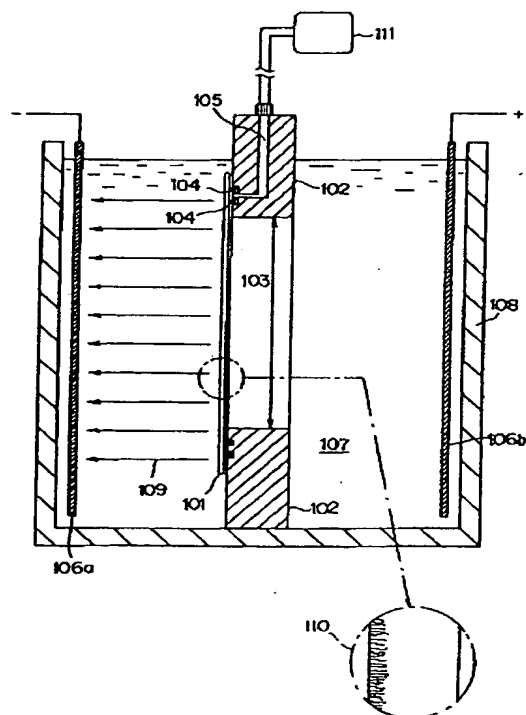
(74) 代理人 弁理士 大塚 康德 (外2名)

(54) 【発明の名称】 陽極化成装置及びそれに関連する装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 基板の支持方法を改善して陽極化成処理の効率化を図る。

【解決手段】 耐HF性材料よりなるホルダ102は、円形状の二重の溝を有し、この溝には夫々Oリング104がはめ込まれている。この二重のOリング104の間の空間をポンプ111により減圧することによりシリコン基板101を吸着して保持する。ホルダ102には、開口部103が設けられ、シリコン基板101の両面がHF溶液107に接触するよう構成されている。白金電極106aをマイナス電極、白金電極106bをプラス電極として直流電圧を印加することによりシリコン基板101が陽極化成されて多孔質基板が生成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質溶液中で基板に陽極化成処理を施す陽極化成装置であって、  
対向する一対の電極と、  
基板の片面の一部を吸着して前記一対の電極の間に保持する保持部と、  
を備えることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項2】 前記保持部の本体は、保持した基板の裏面に電解質溶液を接触させるための穴を有することを特徴とする請求項1に記載の陽極化成装置。

【請求項3】 前記保持部は基板を吸着するための略円環状の吸着材を有し、該吸着部は保持すべき基板の外周部の内側に沿うように配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の陽極化成装置。

【請求項4】 前記吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項3に記載の陽極化成装置。

【請求項5】 前記吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項3に記載の陽極化成装置。

【請求項6】 前記吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項3に記載の陽極化成装置。

【請求項7】 前記吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項3に記載の陽極化成装置。

【請求項8】 前記吸着部は、保持する基板の表面側の電解質溶液が該基板の裏面に回り込むことを防止するように該基板と密着することを特徴とする請求項3に記載の陽極化成装置。

【請求項9】 前記保持部を複数備えたことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の陽極化成装置。

【請求項10】 電解質溶液中で陽極化成処理を施す基板を保持するための基板ホルダであって、本体に、  
基板の片面の一部を吸着する吸着部と、  
保持した基板の裏面に電解質溶液を接触させるための穴と、  
を設けたことを特徴とする基板ホルダ。

【請求項11】 前記吸着部は、保持した基板の外周部の内側に沿うように配置されていることを特徴とする請求項10に記載の基板ホルダ。

【請求項12】 前記吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項

11に記載の基板ホルダ。

【請求項13】 前記吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項11に記載の基板ホルダ。

【請求項14】 前記吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項11に記載の基板ホルダ。

10 【請求項15】 前記吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項11に記載の基板ホルダ。

【請求項16】 前記吸着部は、保持する基板の表面側の電解質溶液が該基板の裏面に回り込むことを防止するように該基板と密着することを特徴とする請求項11に記載の基板ホルダ。

20 【請求項17】 請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載の陽極化成装置と、陽極化成処理を施した基板を洗浄する洗浄装置と、洗浄した基板を乾燥させる乾燥装置と、各装置間で基板を搬送する搬送装置とを備えることを特徴とする陽極化成システム。

【請求項18】 前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置されていることを特徴とする請求項17に記載の陽極化成システム。

30 【請求項19】 前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記基板の面が沿う状態で前記基板を搬送することを特徴とする請求項17に記載の陽極化成システム。

【請求項20】 前記搬送装置は、前記陽極化成装置から前記洗浄装置に前記基板を搬送する第1の搬送ロボットと、前記洗浄装置から前記乾燥装置の受取部に、前記基板を収容したキャリアを搬送する第2のロボットとを有することを特徴とする請求項19に記載の陽極化成システム。

40 【請求項21】 前記第1の搬送ロボットと第2の搬送ロボットは、それぞれ前記基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第1の駆動軸と、前記基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第2の駆動軸のみを有することを特徴とする請求項20に記載の陽極化成システム。

【請求項22】 半導体基板に処理を施す半導体処理システムであって、  
前記半導体基板を洗浄するための洗浄装置と、  
この洗浄装置によって洗浄された半導体基板を乾燥させ

るための乾燥装置と、

前記洗浄の前工程から前記洗浄装置に前記半導体基板を搬送すると共に、前記洗浄装置から前記乾燥装置に半導体基板を搬送する搬送装置とを有し、

前記乾燥装置は、洗浄した半導体基板を受け取る受取部を有し、

前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記半導体基板の面が沿う状態で前記半導体基板を搬送することを特徴とする半導体処理システム。

【請求項 2 3】 前記搬送装置は、前記半導体基板を前記洗浄装置に搬送する第 1 の搬送ロボットと、キャリアに収容した状態で前記半導体基板を前記乾燥装置の受取部に搬送する第 2 のロボットとを有することを特徴とする請求項 2 2 に記載の半導体処理システム。

【請求項 2 4】 前記第 1 の搬送ロボットと第 2 の搬送ロボットは、それぞれ前記半導体基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記半導体基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第 1 の駆動軸と、前記半導体基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第 2 の駆動軸のみを有することを特徴とする請求項 2 3 に記載の半導体処理システム。

【請求項 2 5】 前記陽極化成装置内の電解質溶液を清浄化するフィルタ装置をさらに備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載の陽極化成システム

【請求項 2 6】 前記フィルタ装置は、電解質溶液を貯留するタンクと、前記タンクに貯留された電解質溶液を前記陽極化成装置内に供給し、前記陽極化成装置から溢れた電解質溶液を前記タンクに戻す循環機構とを有することを特徴とする請求項 2 5 に記載の陽極化成システム。

【請求項 2 7】 多孔質層を有する基板の製造方法であって、基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成処理を施すことを特徴とする基板の製造方法。

【請求項 2 8】 電解質溶液中で基板に陽極化成処理を施す陽極化成装置であって、対向する一対の電極と、

基板の片面を吸着して前記一対の電極の間に保持する保持部と、

を備え、前記保持部は、基板を吸着するための略円環状の吸着部であって互いに大きさを異にする吸着部を複数有することを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 2 9】 前記保持部の本体は略円形状の穴を有し、前記穴は前記本体表面と裏面との間に少なくとも 1 つの略円環状の中間面を有し、前記本体表面及び前記少なくとも 1 つの中間面は階段形状をなすように配され、前記本体表面及び前記少なくとも 1 つの中間面は夫々互

いに大きさを異にする前記吸着部を有することを特徴とする請求項 2 8 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 0】 前記の各吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項 2 8 または請求項 2 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 1】 前記の各吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項 2 8 または請求項 2 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 2】 前記の各吸着部は、断面形状が U 型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項 2 8 または請求項 2 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 3】 前記の各吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸着孔とを有することを特徴とする請求項 2 8 または請求項 2 9 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 4】 前記保持部を複数備えたことを特徴とする請求項 2 8 乃至請求項 3 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 5】 前記の各吸着部による基板の吸着動作を個別に制御するための制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 2 8 乃至請求項 3 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 6】 前記本体表面及び前記少なくとも 1 つの中間面がなす階段形状の段差は、少なくとも 5 mm であることを特徴とする請求項 2 9 乃至請求項 3 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 3 7】 電解質溶液中で陽極化成処理を施す基板を保持するための基板ホルダであって、本体に基板を吸着するための略円環状の吸着部を複数備え、該吸着部は互いに大きさを異にすることを特徴とする基板ホルダ。

【請求項 3 8】 前記本体は略円形状の穴を有し、前記穴は前記本体の表面と裏面との間に少なくとも 1 つの略円環状の中間面を有し、前記本体表面及び前記少なくとも 1 つの中間面は階段形状をなすように配され、前記本体表面及び前記少なくとも 1 つの中間面は夫々互いに大きさを異にする前記吸着部を有することを特徴とする請求項 3 7 に記載の基板ホルダ。

【請求項 3 9】 前記の各吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項 3 7 または請求項 3 8 に記載の基板ホルダ。

【請求項 4 0】 前記の各吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項 3 7 または請求項 3 8 に記載の基板ホルダ。

【請求項41】 前記の各吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することを特徴とする請求項37または請求項38に記載の基板ホルダ。

【請求項42】 前記の各吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸着孔とを有することを特徴とする請求項37または請求項38に記載の基板ホルダ。

【請求項43】 前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面がなす階段形状の段差は、少なくとも5mmであることを特徴とする請求項38乃至請求項42のいずれか1項に記載の基板ホルダ。

【請求項44】 請求項28乃至請求項36のいずれか1項に記載の陽極化成装置により基板に陽極化成処理を施して多孔質を有する基板を製造する方法。

【請求項45】 請求項28乃至請求項36のいずれか1項に記載の陽極化成装置と、陽極化成処理を施した基板を洗浄する洗浄装置と、洗浄した基板を乾燥させる乾燥装置と、各装置間で基板を搬送する搬送装置とを備えることを特徴とする陽極化成システム。

【請求項46】 前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置されていることを特徴とする請求項45に記載の陽極化成システム。

【請求項47】 前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記基板の面が沿う状態で前記基板を搬送することを特徴とする請求項45に記載の陽極化成システム。

【請求項48】 前記搬送装置は、前記陽極化成装置から前記洗浄装置に前記基板を搬送する第1のロボットと、前記洗浄装置から前記乾燥装置の受取部に、前記基板を収容したキャリアを搬送する第2のロボットとを有することを特徴とする請求項47に記載の陽極化成システム。

【請求項49】 前記第1のロボットと第2のロボットは、それぞれ前記基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第1の駆動軸と、前記基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第2の駆動軸のみを有することを特徴とする請求項48に記載の陽極化成システム。

【請求項50】 請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載の陽極化成装置により基板に陽極化成処理を施して多孔質層を有する基板を製造する方法。

【請求項51】 基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成

処理を施して得られる多孔質層を有する基板。

【請求項52】 2枚の基板を使用して半導体基板を製造する方法であって、

半導体基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記半導体基板に陽極化成処理を施して、その片面に多孔質層を形成する工程と、前記半導体基板の多孔質層上に単結晶シリコン層を形成する工程と、

10 前記半導体基板の前記単結晶シリコン層側に他の基板を貼り合わせる工程と、

貼り合せた両基板を前記多孔質層において分離する工程と、

を含むことを特徴とする半導体基板の製造方法。

【請求項53】 多孔質層を有する基板を製造する基板製造方法であって、

基板を電解質溶液が満たされた陽極化成槽に浸漬し、該基板の片面の一部を吸着部材に吸着させて一対の電極の間に保持する工程と、

20 前記一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成処理を施して、その片面に多孔質層を形成する工程と、

多孔質層が形成された基板を前記陽極化成槽から取り出して洗浄槽に浸漬し、該基板を洗浄する工程と、洗浄が完了した基板を前記洗浄槽から取り出して乾燥装置に搬送し、該基板を乾燥させる工程と、

を含むことを特徴とする基板製造方法。

【請求項54】 前記陽極化成槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とを上方から見て略直上に配置し、これにより、前記陽極化成槽から前記洗浄槽への基板の搬送経路と、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送経路とが上方から見て略直線をなすように基板を搬送することを特徴とする請求項53に記載の基板製造方法。

【請求項55】 基板を乾燥させた後に該基板を前記乾燥装置からアンロードに搬送する工程を更に含み、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送と、前記乾燥装置からアンロードへの基板の搬送とを同一のロボットで行うことを特徴とする請求項53または請求項54に記載の基板製造方法。

40 【請求項56】 前記ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンロードに基板を搬送する前に、前記ロボットを乾燥させる工程を更に含むことを特徴とする請求項55に記載の基板製造方法。

【請求項57】 前記ロボットを乾燥させる工程を前記直線上で行うことを特徴とする請求項56に記載の基板製造方法。

【請求項58】 基板を処理する基板処理方法であって、

50 基板を化学的な処理液が満たされた処理槽に浸漬し、該

基板に化学的な処理を施す工程と、  
化学的な処理が施された基板を前記処理槽から取り出して洗浄槽に浸漬し、該基板を洗浄する工程と、  
洗浄が完了した基板を前記洗浄槽から取り出して乾燥装置に搬送し、該基板を乾燥させる工程と、  
を含み、前記処理槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とを上方から見て略直線上に配置し、これにより、前記処理槽から前記洗浄槽への基板の搬送経路と、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送経路とが上方から見て略直線をなすようにし、かつ、基板の面が該直線に直交する方向を向いた状態で該基板を搬送することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 5 9】 基板を乾燥させた後に該基板を前記乾燥装置からアンローダに搬送する工程を更に含み、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送と、前記乾燥装置からアンローダへの基板の搬送とを同一のロボットで行うことを特徴とする請求項 5 8 に記載の基板処理方法。

【請求項 6 0】 前記ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンローダに基板を搬送する前に、前記ロボットを乾燥させる工程を更に含むことを特徴とする請求項 5 9 に記載の基板処理方法。

【請求項 6 1】 基板を処理する基板処理システムであって、

基板に化学的な処理を施すための処理槽と、  
前記処理槽により化学的な処理が施された基板を洗浄する洗浄槽と、

前記洗浄槽により洗浄された基板を乾燥させる乾燥装置と、

前記処理槽から前記洗浄槽に基板を搬送すると共に前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送する搬送装置と、  
を備え、前記処理槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とが上方から見て略直線上に配置され、前記搬送装置は、基板の面が該直線に直交する方向を向いた状態で該基板を搬送することを特徴とする基板処理システム。

【請求項 6 2】 前記搬送装置は、前記処理装置から前記洗浄槽に基板を搬送する第 1 の搬送ロボットと、前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送すると共に前記乾燥装置からアンローダに基板を搬送する第 2 の搬送ロボットとを有することを特徴とする請求項 6 1 に記載の基板処理システム。

【請求項 6 3】 前記第 2 の搬送ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンローダに基板を搬送する前に、前記第 2 の搬送ロボットを乾燥させるための第 2 の乾燥装置を更に備えることを特徴とする請求項 6 2 に記載の基板処理システム。

【請求項 6 4】 請求項 2 7 に記載の方法により製造した基板。

【請求項 6 5】 請求項 5 2 に記載の方法により製造した基板。

【請求項 6 6】 請求項 5 3 乃至請求項 5 7 のいずれか 1 項に記載の方法により製造した基板。

【請求項 6 7】 請求項 5 8 乃至請求項 6 0 のいずれか 1 項に記載の方法により処理した基板。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板ホルダ、陽極化成装置、半導体処理システム並びに基板の処理または製造方法に係り、特に、陽極化成処理を施す基板を保持する基板ホルダ及び該ホルダを含む陽極化成装置、半導体処理システム並びに基板の処理または製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】多孔質シリコンは、A. Uhlig 及び D. R. Turner により、弗化水素酸（以下では HF と略記する）の水溶液中において正電位にバイアスされた単結晶シリコンの電解研磨の研究過程において発見された。その後、多孔質シリコンの反応性に富む性質を利用して、シリコン集積回路の製造工程において厚い絶縁物の形成が必要な素子間分離工程に応用する検討が為され、多孔質シリコン酸化膜による完全分離技術（FIPOS: Full Isolation by Porous Oxidized Silicon）などが開発された（K. Imai, Solid State Electron 24, 159, 1981）。

【 0 0 0 3 】また、最近では多孔質シリコン基板上に成長させたシリコンエピタキシャル層を、酸化膜を介して非晶質基板上や単結晶シリコン基板上に貼り合わせる直接接合技術などへの応用技術が開発された（特開平 5 - 2 1 3 3 8 号）。その他の応用例として、多孔質シリコンそのものが発光する所謂フォトルミネッセンスやエレクトロルミネッセンス材料としても注目されている（特開平 6 - 3 3 8 6 3 1 号）。

【 0 0 0 4 】図 1 7 は、シリコン基板に陽極化成処理を施して多孔質シリコンを製造する装置の構成を示す図である。この装置は、シリコン基板 1 7 0 1 の裏面を金属電極 1 7 0 2 に密着させ、シリコン基板 1 7 0 1 の表面の外周部分をリング 1 7 0 4 等でシールするようにして陽極化成槽 1 7 0 5 をシリコン基板 1 7 0 1 上に配置してなる。槽内には、HF 溶液 1 7 0 3 が満たされ、シリコン基板 1 7 0 1 に対向するようにして対向電極 1 7 0 6 が配置されている。この対向電極 1 7 0 6 をマイナス電極とし、金属電極 1 7 0 2 をプラス電極として直流電圧を印加することにより、シリコン基板 1 7 0 1 が化成処理される。

【 0 0 0 5 】この方式には大きな欠点が 2 つある。1 つの欠点は、シリコン基板 1 7 0 1 の裏面が直接金属に接触しているために、シリコン基板 1 7 0 1 が金属で汚染されることである。そして、もう 1 つの欠点は、シリコン基板 1 7 0 1 の表面の化成される領域が、HF 溶液に

接触している部分だけであり、リング1704の内側にしか多孔質シリコンが形成されないということである。

【0006】図18は、上記の問題点を解決すべく開発された陽極化成装置（特開昭60-94737号）の構成を示す図である。この陽極化成装置は、シリコン基板1801を挟むようにして、耐HF性のテフロン製の陽極化成槽1802a及び1802bを配置してなる（テフロンは、米国du Pont社の商品名）。そして、陽極化成槽1802a、1802bには、夫々白金電極1803a、1803bが設けられている。

【0007】陽極化成槽1802a、1802bは、シリコン基板1801と接する側壁部に溝を有し、この溝に夫々フッ素ゴム製のリング1804a、1804bがはめ込まれている。そして、陽極化成槽1802a、1802bとシリコン基板1801とは、このリング1804a、1804bにより夫々シールされている。このようにして夫々シールされた陽極化成槽1802a、1802bには、夫々HF溶液1805a、1805bが満たされている。

【0008】この陽極化成槽では、シリコン基板が直接金属電極に接触しないため、金属電極によりシリコン基板が汚染される可能性が小さい。しかしながら、化成処理を施すシリコン基板は、その表面及び裏面をリングによってシールされるために、依然としてシリコン基板の表面の周辺領域に未化成部分が残るという問題がある。また、処理すべきシリコン基板そのものが化成槽に直接組み込まれて一体化する構造であるため、シリコン基板の交換作業が迅速にできないという問題点がある。

【0009】この問題点を鑑みて、シリコン基板をその周辺（ベベリング）領域で支持する陽極化成装置が開発された（特開平5-198556号）。この陽極化成装置に拠れば、金属電極からの汚染を防止できると共に基板表面の全領域を化成処理できる。また、この陽極化成装置は、処理するウェハをホルダに固定し、このホルダを化成槽に固定するという2段のプロセスでウェハを化成槽内に固定するため、ウェハを直接化成槽に固定してウェハが化成槽の一部をなす従来の装置よりも操作性が格段に向上している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の特開平5-198556号に記載の陽極化成装置は、金属汚染が殆ど発生せず、かつ基板表面の全領域を化成処理することができる極めて実用性が高い装置である。しかし、より生産性の高い陽極化成装置が望まれるところである。例えば、支持する基板の径（例えば、インチサイズ）や形状（例えば、オリエンテーション・フラット、ノッチ等）が異なる多数の種類の基板を処理する必要がある場合に、特開平5-198556号に記載の陽極化成装置では、各基板に合わせて専用のホルダを用意する必要があ

った。

【0011】また、基板をホルダに組み込む場合は、先ず、ウェハの中心がシール面の中心に一致するようにし、かつオリエンテーション・フラット等の特殊形状部分をホルダの対応部分に合わせ、次いで、シール面をウェハの周辺に押し当ててウェハを固定する必要がある。ウェハを固定するためには相応の押し当て圧力が必要となるので、例えばネジなどが使用される。

【0012】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、基板の支持方法を改善して陽極化成処理の効率化を図ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成装置は、電解質溶液中で基板に陽極化成処理を施す陽極化成装置において、対向する一対の電極と、基板の片面の一部を吸着して前記一対の電極の間に保持する保持部とを備えることを特徴とする。

【0014】前記陽極化成装置において、前記保持部の本体は、保持した基板の裏面に電解質溶液を接触させるための穴を有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記保持部は基板を吸着するための略円環状の吸着材を有し、該吸着部は保持すべき基板の外周部の内側に沿うように配置されていることが好ましい。

【0015】前記陽極化成装置において、前記吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0016】前記陽極化成装置において、前記吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0017】前記陽極化成装置において、前記吸着部は、保持する基板の表面側の電解質溶液が該基板の裏面に回り込むことを防止するように該基板と密着することが好ましい。前記陽極化成装置は、前記保持部を複数備えることが好ましい。また、本発明の1つの実施の形態に係る基板ホルダは、電解質溶液中で陽極化成処理を施す基板を保持するための基板ホルダにおいて、本体に、基板の片面の一部を吸着する吸着部と、保持した基板の裏面に電解質溶液を接触させるための穴とを設けたことを特徴とする。

【0018】前記基板ホルダにおいて、前記吸着部は、保持した基板の外周部の内側に沿うように配置されてい



ることが好ましい。前記陽極化成装置において、前記吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0019】前記陽極化成装置において、前記吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0020】前記陽極化成装置において、前記吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記吸着部は、保持する基板の表面側の電解質溶液が該基板の裏面に回り込むことを防止するように該基板と密着することが好ましい。

【0021】また、本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成システムは、前記陽極化成装置と、陽極化成処理を施した基板を洗浄する洗浄装置と、洗浄した基板を乾燥させる乾燥装置と、各装置間で基板を搬送する搬送装置とを備えることを特徴とする。前記陽極化成システムにおいて、前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置されていることが好ましい。

【0022】前記陽極化成システムにおいて、前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記基板の面が沿う状態で前記基板を搬送することが好ましい。前記陽極化成システムにおいて、前記搬送装置は、前記陽極化成装置から前記洗浄装置に前記基板を搬送する第1の搬送ロボットと、前記洗浄装置から前記乾燥装置の受取部に、前記基板を収容したキャリアを搬送する第2のロボットとを有することが好ましい。

【0023】前記陽極化成システムにおいて、前記第1の搬送ロボットと第2の搬送ロボットは、それぞれ前記基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第1の駆動軸と、前記基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第2の駆動軸のみを有することが好ましい。

【0024】前記陽極化成システムは、前記陽極化成装置内の電解質溶液を清浄化するフィルタ装置をさらに備えることが好ましい。前記陽極化成システムにおいて、前記フィルタ装置は、電解質溶液を貯留するタンクと、前記タンクに貯留された電解質溶液を前記陽極化成装置内に供給し、前記陽極化成装置から溢れた電解質溶液を

前記タンクに戻す循環機構とを有することが好ましい。

【0025】また、本発明の1つの実施の形態に係る半導体処理システムは、半導体基板に処理を施す半導体処理システムにおいて、前記半導体基板を洗浄するための洗浄装置と、この洗浄装置によって洗浄された半導体基板を乾燥させるための乾燥装置と、前記洗浄の前工程から前記洗浄装置に前記半導体基板を搬送すると共に、前記洗浄装置から前記乾燥装置に半導体基板を搬送する搬送装置とを有し、前記乾燥装置は、洗浄した半導体基板を受け取る受取部を有し、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記半導体基板の面が沿う状態で前記半導体基板を搬送することを特徴とする。

【0026】前記半導体処理システムにおいて、前記搬送装置は、前記半導体基板を前記洗浄装置に搬送する第1の搬送ロボットと、キャリアに収容した状態で前記半導体基板を前記乾燥装置の受取部に搬送する第2のロボットとを有することが好ましい。前記半導体処理システムにおいて、前記第1の搬送ロボットと第2の搬送ロボットは、それぞれ前記半導体基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記半導体基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第1の駆動軸と、前記半導体基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第2の駆動軸のみを有することが好ましい。

【0027】また、本発明の1つの実施の形態に係る基板製造方法は、基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成処理を施すことを特徴とする。本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成装置は、電解質溶液中で基板に陽極化成処理を施す陽極化成装置において、対向する一対の電極と、基板の片面を吸着して前記一対の電極の間に保持する保持部とを備え、前記保持部は、基板を吸着するための略円環状の吸着部であって互いに大きさを異にする吸着部を複数有することを特徴とする。

【0028】前記陽極化成装置において、前記保持部の本体は略円形状の穴を有し、前記穴は前記本体表面と裏面との間に少なくとも1つの略円環状の中間面を有し、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面は階段形状をなすように配され、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面は夫々互いに大きさを異にする前記吸着部を有することが好ましい。

【0029】前記陽極化成装置において、前記の各吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記の各吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0030】前記陽極化成装置において、前記の各吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記陽極化成装置において、前記の各吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0031】前記陽極化成装置は、前記保持部を複数備えることが好ましい。前記陽極化成装置は、前記の各吸着部による基板の吸着動作を個別に制御するための制御部をさらに備えることが好ましい。前記陽極化成装置において、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面がなす階段形状の段差は、少なくとも5mmであることが好ましい。

【0032】本発明の1つの実施の形態に係る基板ホルダは、電解質溶液中で陽極化成処理を施す基板を保持するための基板ホルダであって、本体に基板を吸着するための略円環状の吸着部を複数備え、該吸着部は互いに大きさを異にすることを特徴とする。前記基板ホルダにおいて、前記本体は略円形状の穴を有し、前記穴は前記本体の表面と裏面との間に少なくとも1つの略円環状の中間面を有し、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面は階段形状をなすように配され、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面は夫々互いに大きさを異にする前記吸着部を有することが好ましい。

【0033】前記基板ホルダにおいて、前記の各吸着部は、二重のリングと、該二重のリングにより挟まれる空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記基板ホルダにおいて、前記の各吸着部は、断面形状が凹型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0034】前記基板ホルダにおいて、前記の各吸着部は、断面形状がU型の吸着パッドと、該吸着パッドの谷部の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。前記基板ホルダにおいて、前記の各吸着部は、保持する基板の裏面との接触部が平坦で、その面内に略円環状の溝を有する吸着パッドと、該吸着パッドの溝の空間を減圧して基板を吸着するための吸引孔とを有することが好ましい。

【0035】前記基板ホルダにおいて、前記本体表面及び前記少なくとも1つの中間面がなす階段形状の段差は、少なくとも5mmであることが好ましい。本発明の1つの実施の形態に係る多孔質基板の製造方法は、前記陽極化成装置により基板に陽極化成処理を施すことを特徴とする。本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成システムは、前記陽極化成装置と、陽極化成処理を施した基板を洗浄する洗浄装置と、洗浄した基板を乾燥させる乾燥装置と、各装置間で基板を搬送する搬送装置とを備

えることを特徴とする。

【0036】前記陽極化成システムにおいて、前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置されていることが好ましい。前記陽極化成システムにおいて、前記乾燥装置は、洗浄した基板を受け取る受取部を有し、前記陽極化成装置、前記洗浄装置及び前記受取部は、略直線上に配置され、前記搬送装置は、前記直線に対して垂直方向に前記基板の面が沿う状態で前記基板を搬送することが好ましい。

【0037】前記陽極化成システムにおいて、前記搬送装置は、前記陽極化成装置から前記洗浄装置に前記基板を搬送する第1のロボットと、前記洗浄装置から前記乾燥装置の受取部に、前記基板を收容したキャリアを搬送する第2のロボットとを有することが好ましい。前記陽極化成システムにおいて、前記第1のロボットと第2のロボットは、それぞれ前記基板若しくは前記キャリアを搬送するための駆動軸として、前記基板若しくは前記キャリアを各装置の上方に移動させるための第1の駆動軸と、前記基板若しくは前記キャリアを前記直線上を移動させるための第2の駆動軸のみを有することが好ましい。

【0038】上記の陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施して多孔質層を有する基板を製造するのに好適である。本発明の1つの実施の形態に係る基板は、基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成処理を施して得られる多孔質層を有することを特徴とする。

【0039】本発明の1つの実施の形態に係る半導体基板を製造する方法は、2枚の基板を使用して半導体基板を製造する方法であって、半導体基板の片面の一部を吸着して対向する一対の電極の間に保持し、電解質溶液を満たした状態で該一対の電極の間に電圧を印加して前記半導体基板に陽極化成処理を施して、その片面に多孔質層を形成する工程と、前記半導体基板の多孔質層上に単結晶シリコン層を形成する工程と、前記半導体基板の前記単結晶シリコン層側に他の基板を貼り合わせる工程と、貼り合せた両基板を前記多孔質層において分離する工程とを含むことを特徴とする。

【0040】本発明の1つの実施の形態に係る基板製造方法は、多孔質層を有する基板を製造する基板製造方法であって、基板を電解質溶液が満たされた陽極化成槽に浸漬し、該基板の片面の一部を吸着部材に吸着させて一対の電極の間に保持する工程と、前記一対の電極の間に電圧を印加して前記基板に陽極化成処理を施して、その片面に多孔質層を形成する工程と、多孔質層が形成された基板を前記陽極化成槽から取り出して洗浄槽に浸漬し、該基板を洗浄する工程と、洗浄が完了した基板を前記洗浄槽から取り出して乾燥装置に搬送し、該基板を乾

燥させる工程とを含むことを特徴とする。

【0041】前記基板製造方法において、前記陽極化成槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とを上方から見て略直上に配置し、これにより、前記陽極化成槽から前記洗浄槽への基板の搬送経路と、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送経路とが上方から見て略直線をなすように基板を搬送することが好ましい。前記基板製造方法において、基板を乾燥させた後に該基板を前記乾燥装置からアンローダに搬送する工程を更に含み、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送と、前記乾燥装置からアンローダへの基板の搬送とを同一のロボットで行うことが好ましい。

【0042】前記基板製造方法において、前記ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンローダに基板を搬送する前に、前記ロボットを乾燥させる工程を更に含むことが好ましい。前記基板製造方法において、前記ロボットを乾燥させる工程を前記直線上で行うことが好ましい。

【0043】本発明の1つの実施の形態に係る基板処理方法は、基板を化学的な処理液が満たされた処理槽に浸漬し、該基板に化学的な処理を施す工程と、化学的な処理が施された基板を前記処理槽から取り出して洗浄槽に浸漬し、該基板を洗浄する工程と、洗浄が完了した基板を前記洗浄槽から取り出して乾燥装置に搬送し、該基板を乾燥させる工程とを含み、前記処理槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とを上方から見て略直線上に配置し、これにより、前記処理槽から前記洗浄槽への基板の搬送経路と、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送経路とが上方から見て略直線をなすようにし、かつ、基板の面が該直線に直交する方向を向いた状態で該基板を搬送することを特徴とする。

【0044】前記基板処理方法において、基板を乾燥させた後に該基板を前記乾燥装置からアンローダに搬送する工程を更に含み、前記洗浄槽から前記乾燥装置への基板の搬送と、前記乾燥装置からアンローダへの基板の搬送とを同一のロボットで行うことが好ましい。前記基板処理方法において、前記ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンローダに基板を搬送する前に、前記ロボットを乾燥させる工程を更に含むことが好ましい。

【0045】本発明の1つの実施の形態に係る基板処理システムは、基板に化学的な処理を施すための処理槽と、前記処理槽により化学的な処理が施された基板を洗浄する洗浄槽と、前記洗浄槽により洗浄された基板を乾燥させる乾燥装置と、前記処理槽から前記洗浄槽に基板を搬送すると共に前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送する搬送装置とを備え、前記処理槽と、前記洗浄槽と、前記乾燥装置とが上方から見て略直線上に配置され、前記搬送装置は、基板の面が該直線に直交する方向を向いた状態で該基板を搬送することを特徴とする。

【0046】前記基板処理システムにおいて、前記搬送装置は、前記処理装置から前記洗浄槽に基板を搬送する第1の搬送ロボットと、前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送すると共に前記乾燥装置からアンローダに基板を搬送する第2の搬送ロボットとを有することが好ましい。前記基板処理装置において、前記第2の搬送ロボットが前記洗浄槽から前記乾燥装置に基板を搬送した後であって前記乾燥装置から前記アンローダに基板を搬送する前に、前記第2の搬送ロボットを乾燥させるための第2の乾燥装置を更に備えることが好ましい。

【0047】

【発明の実施の形態】陽極化成反応によるシリコン基板の多孔質化、すなわち、細孔の形成処理は、例えばHF溶液中で行われる。この処理には、シリコン結晶中の正孔の存在が不可欠であることが知られており、その反応のメカニズムは次のように推定される。

【0048】先ず、HF溶液中で電界を与えられたシリコン基板内の正孔がマイナス電極側の表面に誘起される。その結果、表面の未結合手を補償する形で存在しているSi-H結合の密度が増加する。このときマイナス電極側のHF溶液中のFイオンがSi-H結合に対して求核攻撃を行ってSi-F結合を形成する。この反応によりH<sub>2</sub>分子が発生すると同時にプラス電極側に1個の電子が放出される。Si-F結合の分極特性のために表面近傍のSi-Si結合が弱くなる。この弱いSi-Si結合はHF或いはH<sub>2</sub>Oに攻撃され、結晶表面のSi原子はSiF<sub>4</sub>となって結晶表面から離脱する。その結果、結晶表面に窪みが発生し、この部分に正孔を優先的に引き寄せる電場の分布（電界集中）が生じ、この表面異質性が拡大してシリコン原子の蝕刻が電界に沿って連続的に進行する。なお、陽極化成処理に使用する溶液は、HF溶液に限らず、他の電解質溶液であっても良い。

【0049】本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置は、陽極化成反応面（基板の表面）における電界の方向を阻害しないように、基板をその裏面から支持する。また、この陽極化成装置は、基板の表面の全領域が陽極化成されるような方法で基板を支持する。また、この陽極化成装置は、基板の裏面を真空吸着して支持する機構を有するため、基板の支持のための動作の単純化に寄与する。

【0050】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す断面図である。101はシリコン基板（例えばウェハ）である。一般には、陽極化成のためには正孔の存在が重要であるため、P型のシリコン基板が好適であるが、N型のシリコン基板であっても光を照射するなどして正孔の生成を促進することにより使用することができる。

【0051】102は、シリコン基板を支持するためのホルダであり、耐HF性の材質である四フッ化エチレン樹脂（商品名：テフロン）などにより構成される。ホル

ダ102には、支持すべきシリコン基板の直径よりも小さい径の円形若しくは円形に近い形状（以下、円形状というときは円形に近い形状を含むものとする）の開口部103が設けられている。

【0052】ホルダ102の一方の面には、シリコン基板101を吸着するための吸着機構が設けられている。この吸着機構としては種々の形態が考えられる。この吸着機構として、ホルダ102の開口部103に沿って二重の溝を設け、この二重の溝の夫々にリング104をはめ込み、2つのリング104の間の空間を減圧ライン105を介してポンプ111により減圧することによってシリコン基板101を吸着し保持する機構が好適である。

【0053】また、他の吸着機構として、断面が凹型、U型その他の形状を有する吸着パッドを開口部103に沿って円環状に配置し、この吸着パッドの開口部（例えば、凹型形状の谷の部分）とシリコン基板101により形成される空洞部分をポンプ111により減圧することによりシリコン基板101を吸着する機構が好適である。

【0054】また、更に他の吸着機構として、ホルダ102の吸着面側に溝を設け、この溝をポンプ111により減圧することによりシリコン基板101を吸着する機構が好適である。この場合、ホルダ102の材質が固く変形しにくいものであると、吸着面を通してHF溶液107がシリコン基板101の表面側と裏面側との間でリークし易くなる。そこで、ホルダ102のうち、少なくともシリコン基板101と接触する部分を耐HF性のゴム等で形成することが好ましい。勿論、ホルダ102の全体またはその表面全体を耐HF性のゴム等で形成しても良い。

【0055】ところで、シリコン基板101の表面側と裏面側とは、上記の如き吸着機構により完全に分離されることが好ましいが、本発明の1つの実施の形態は、必ずしも完全な分離を要求しない。例えば、シリコン基板101を1または数箇所支持し、シリコン基板とホルダとが完全にシールされない吸着機構であっても良い。

【0056】開口部103の形状は、シリコン基板101の裏面がHF溶液と接触する部分の形状と略一致するが、この開口部103の大きさは、ある程度シリコン基板101より小さくても良い。例えば、シリコン基板101の直径に対して約60mm小さい開口径、すなわち、シリコン基板101がHF溶液107と接触しない領域がシリコン基板101のエッジから約30mmとなる開口径であっても、シリコン基板101が化成される厚みは、その中心部からエッジまで略一定となることを本発明者等は確認している。

【0057】したがって、例えば、開口部103の径が90mmのホルダ102であれば、直径が100mm（4インチ）、125mm（5インチ）、150mm

（6インチ）のシリコン基板のいずれをも取り扱うことができ、化成処理した結果物の分布は全ての直径のシリコン基板において良好であり、その品質も同等になる。なお、6インチを越えるウェハ、すなわち、8、12インチ等のウェハに対しても、上記条件の下に開口部103の径を設定することで対応可能である。

【0058】なお、シリコン基板の直径に対してホルダ102の開口部103の開口径が60mm以上小さくなると、徐々にシリコン基板の周辺部における多孔質のシリコン膜に好ましくない分布が発生する。しかし、陽極化成の後のプロセスのマージンによっては更に小口径の開口部のホルダであっても使用可能である。シリコン基板101の直径と開口部103の直径の差がどこまで許容されるかは、シリコン基板の不純物濃度（比抵抗）や電極とシリコン基板との距離などのパラメータにも依存する。

【0059】他の構成要素を説明すると、106aはマイナス電極、106bはプラス電極であり、夫々化学的に安定な白金材料で形成することが好ましい。107はHF溶液である。HF溶液には、反応生成物であるH<sub>2</sub>等の気泡をシリコン基板表面から直ちに除去するために、必要に応じてエタノール等のアルコールを混入しても良い。図中の矢印109は、電界の方向を示している。110は、化成処理されたシリコン基板101の断面を拡大したものであり、シリコン基板表面から多孔質化が進んでいる様子を示している。

【0060】本発明の好適な実施の形態に抛れば、基板の保持機構を改善することにより、大量生産向きの陽極化成装置を得ることができる。例えば、処理する基板をホルダに固定するには、基板の裏面をホルダの吸着面に押し当てて吸着させれば良い。また、例えば、ホルダの吸着機構の径を基板の径より十分に小さくすることによって、吸着すべき基板のオリエンテーション・フラットの位置を制限することがなくなり、また、基板の中心位置がホルダの中心位置から若干外れても良くなる。また、基板を保持する動作が簡略化されるため、陽極化成処理の自動化が容易になる。

【0061】以下に、本実施の形態の好適な構成例を列挙して説明する。

【0062】

【第1の構成例】図2Aは、本実施の形態の第1の構成例に係るホルダの正面図、図2Bは、図2Aに示すホルダを縦方向に切断した断面図である。201は、化成処理を施す5インチのシリコン基板である。202は、四フッ化エチレン樹脂（商品名：テフロン）製のホルダーであり、中心に直径90mmの開口部203が設けられている。そして、開口部203の縁に沿って円形状の二重の溝が形成されており、夫々の溝にはフッ素樹脂系であるパーフロエチレン製のリング204a、204bがはめ込まれている。外側のリング204aの内径

は 117mm、内側のリング 204b の内径は 108mm であり、各リング断面の直径は共に 2.5mm である。

【0063】外側のリング 204a と内側のリング 204b の間には、両リングとシリコン基板 201 とで構成される空間を減圧するための吸引孔 205 が設けられている。シリコン基板 201 を吸着する際は、吸引孔 205 に接続された不図示のポンプによりリング間の空間を減圧すれば良い。5 インチのシリコン基板 201 の直径は 125mm であるから、シリコン基板 201 の中心と開口部 203 の中心とが略一致していれば、オリエンテーション・フラットの位置はどの方向であっても良い。したがって、シリコン基板 201 をホルダ 202 に吸着させる場合に、オリエンテーション・フラットの位置を考慮することを要しない。

【0064】また、ホルダ 202 には、5 インチ以上の径のシリコン基板をセットすることも可能であり、この場合にも 5 インチのシリコン基板の場合と同様な多孔質層を形成することができる。ただし、この場合、化成処理中に流す電流の密度を 5 インチの場合と略同一になるように電源を調整する必要がある。シリコン基板 201 に実際に化成処理を施すには、シリコン基板 201 を吸着したホルダ 202 を陽極化成槽にセットする。図 3 は、ホルダ 202 を陽極化成槽にセットする様子を示す図である。

【0065】陽極化成槽 208 は、ホルダ 202 と同様に四フッ化エチレン樹脂で構成されており、その両側に白金電極 206a、206b が取り付けられている。また、陽極化成槽 208 の中ほどには、ホルダ 202 を保持するためのホルダ溝 209 が設けられている。シリコン基板 201 を吸着したホルダ 202 をこのホルダ溝 209 に対してはめ込むことにより、陽極化成槽 208 は左右に二分され、槽内に満たされている HF 溶液 207 が分離される。

【0066】この状態で、白金電極 206a をマイナス、白金電極 206b をプラスとして直流電圧を印加すると、シリコン基板 201 の表面領域の全面と、裏面のうち外側のリング 204a より外側の部分（以下、裏面周辺部）が陽極化成される。これにより、シリコン基板 201 の表面全体と裏面周辺部に亘って多孔質シリコン層を形成することができる。

【0067】図 4 は、複数のホルダ 202 を保持可能な陽極化成槽の一例を示す断面図である。図 4 に示すように、陽極化成槽 208' に複数のホルダ溝 209 を設けて、複数のホルダ 202 を保持可能な構成とすることにより、より生産性を向上させることができる。なお、ここで示す陽極化成槽の一例は、ホルダを直列に配置するものであるが、並列に配置するものでも良いし、マトリックス状に配置するものでも良い。

【0068】

【第 2 の構成例】図 5A は、本実施の形態の第 2 の構成例に係るホルダの正面図、図 5B は、図 5A に示すホルダを横方向に切断した断面図である。図 6 は、シリコン基板をホルダにセットするためのウェハ搬送ロボットを模式的に示す図である。501 は、化成処理を施す 5 インチのシリコン基板である。502 は、四フッ化エチレン樹脂製のホルダであり、中心に直径 90mm の開口部 203 が設けられている。ホルダ 502 には、その主表面から約 4mm 突出するようにして円環状の突出部 515 が設けられている。そして、この突出部 515 には、円形状の二重の溝が形成されており、夫々の溝にはフッ素樹脂系であるパーフロエチレン製のリング 504a、504b がはめ込まれている。外側のリング 504a の内径は 117mm、内側のリング 504b の内径は 108mm であり、各リング断面の直径は共に 2.5mm である。

【0069】外側のリング 504a と内側のリング 504b の間には、両リングとシリコン基板 501 とで構成される空間を減圧するための吸引孔 505 が設けられている。シリコン基板 501 を吸着する際は、吸引孔 505 に接続された不図示のポンプによりリング間の空間を減圧すれば良い。突出部 515 を設けたのは、シリコン基板 501 をホルダ 502 に装着したり、取り外したりする作業を、ウェハ搬送ロボットより自動的に行う際の便宜のためである。ウェハ搬送ロボットの挟持部 510 は、シリコン基板 501 を挟むようにして掴むため、挟持部 510 は相応の幅を有する。したがって、挟持部 510 によって掴まれたシリコン基板 501 をホルダ 502 に装着したり、取り外したりするには突出部 515 が必要になる。なお、突出部 515 の突出の程度は、挟持部 510 の構造、寸法等に基づいて決定すれば良い。

【0070】このように突出部 515 を設けることにより、ウェハ搬送ロボットによる自動化が容易になる。そして、陽極化成槽とホルダとを一体化した場合においても、ウェハ搬送ロボットによるシリコン基板の着脱が容易になる。図 7 は、ホルダと一体化した陽極化成槽の構造を示す断面図である。508 は、陽極化成槽の本体を示し、複数のホルダ 502 が一体化されている。506a 及び 506b は白金電極である。このように、陽極化成槽とホルダとを一体化することにより、HF 溶液 507 が各ホルダ 502 によって仕切られる部屋の前後（プラス側からマイナス側）にリークする可能性が小さくなるため、液リーク（電流リーク）に起因して多孔質層厚の分布が不均一になる現象を抑える効果がある。

【0071】なお、ここで示す陽極化成槽の一例は、ホルダを直列に配置するものであるが、並列に配置するものでも良いし、マトリックス状に配置するものでも良い。図 7 に示す陽極化成槽にシリコン基板をセットし、白金電極 506a をマイナス、白金電極 506b をプラ

スとして直流電圧を印加すると、シリコン基板の表面の全領域と裏面周辺部が陽極化成される。これにより、シリコン基板201の表面全体と裏面周辺部に亘って多孔質シリコン層を形成することができる。

#### 【0072】

【第3の構成例】図8は、本実施の形態の第3の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダは、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽208、208'等と組合わせて使用することができる。801は、化成処理を施すシリコン基板である。802は、四フッ化エチレン樹脂製のホルダであり、中心に開口部803が設けられている。そして、開口部803の縁に沿って円形状の溝が形成されており、この溝には、パーフロエチレン製で断面が凹型の吸着パッド804がはめ込まれている。そして、吸着パッド804には、吸引孔805に連結した孔が設けられている。

【0073】なお、凹型の吸着パッド804は、ホルダ802に溝を設けることなく、ホルダ802の表面に貼り付けても良い。また、凹型の吸着パッド804がシリコン基板801と接する面（吸着面）とホルダ802の表面とが所定距離（例えば、4mm）離れるように吸着パッド804を構成することにより、前述のようなウェハ搬送ロボットによる脱着の自動化が容易になる。

【0074】シリコン基板801は、凹型の吸着パッド804の内部を吸引孔805を介して不図示のポンプにより減圧することによりホルダ802に吸着される。この吸着パッド804を用いた場合、前述の二重リングを用いた場合に比べ、減圧部分の容積を増大させるのが容易であり、また、シリコン基板801との接触部分の自由度が増すため、シリコン基板801を吸着するポイントの自由度を大きくすることができる。

#### 【0075】

【第4の構成例】図9は、本実施の形態の第4の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダは、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽208、208'等と組合わせて使用することができる。901は、化成処理を施すシリコン基板である。902は、四フッ化エチレン樹脂製のホルダであり、中心に開口部903が設けられている。そして、開口部903の縁に沿って円形状の溝が形成されており、この溝には、パーフロエチレン製で、断面がU型であってシリコン基板901との接触部分に向かって徐々に肉圧が薄くなった形状を有する吸着パッド904がはめ込まれている。そして、吸着パッド904には、吸引孔905に連結するような孔が設けられている。

【0076】なお、U型の吸着パッド905は、ホルダ902に溝を設けることなく、ホルダ902の表面に貼り付けても良い。また、U型の吸着パッド905がシリコン基板901と接する面（吸着面）とホルダ902の表面とが所定距離（例えば、4mm）離れるように吸着

パッド904を構成することにより、前述のようなウェハ搬送ロボットによる脱着の自動化が容易になる。

【0077】このように、吸着パッド904の断面の形状をU型にし、かつ先端方向に向かって徐々に肉圧を薄くなる形状にすることにより、シリコン基板901を吸着する際の自由度がさらに向上する。

#### 【0078】

【第5の構成例】図10は、本実施の形態の第5の構成例に係るホルダ及び陽極化成槽の概略断面図である。1001は、化成処理を施すシリコン基板である。1002は、四フッ化エチレン樹脂製のホルダであり、1008は、同じく四フッ化エチレン樹脂性の陽極化成槽である。図10には、ホルダ1002と陽極化成槽1008とを一体化したものを示しているが、独立したものとしても良い。また、複数のホルダ1002を備えても良い。

【0079】ホルダ1002には、中心に開口部1003が設けられ、その開口部1003に沿って円形状の溝が形成されており、その溝にフッ素樹脂系であるパーフロエチレン製の吸着パッド1004がはめ込まれている。この吸着パッド1004は、吸着するシリコン基板1001の裏面と面接触するように、吸着面が平坦な形状になっている。そして、円形状の溝1004aが設けられ、この溝1004aは、吸引孔1005に連結されている。シリコン基板1001を吸着する際は、吸引孔1005を介して不図示のポンプにより溝1004a内の空間を減圧する。

【0080】シリコン基板1001を吸着した状態で、白金電極1006aをマイナス、白金電極1006bをプラスとして直流電圧を印加して陽極化成処理を行うと、シリコン基板1001の表面だけが陽極化成され、裏面は陽極化成されない。これは、吸着パッド1004がシリコン基板1001の裏面と密着し、裏面がHF溶液1007に接触しないからである。すなわち、この陽極化成装置を用いて陽極化成処理を行うと、シリコン基板1001の表面だけが多孔質化され、裏面は多孔質化されないため、有効領域（例えば、SOI基板を作成する際に利用できる領域）を拡大することができる。

【0081】次に、ホルダ1002にシリコン基板1001を自動的に着脱するウェハ搬送ロボットの一例を説明する。本実施例に係るホルダを用いる場合は、図6に示すようなウェハ搬送ロボットを用いることは困難である。これは、挟持部510がホルダ1002または吸着パッド1004の表面に当たるためである。図11は、本構成例に係るホルダに好適な枚葉式ウェハ搬送ロボットの構成を模式的に示す図である。このウェハ搬送ロボットは、2つのウェハ搬送ロボット1101及び1102を組合わせてなる。

【0082】第1の搬送ロボット1101は、シリコン基板1001の裏面を真空吸着して、矢印aに示すよう

に、ホルダ1002の前面付近まで搬送して、第2搬送ロボット1102に引き渡す。第2の搬送ロボット1102がシリコン基板1001を真空吸着すると、第1の搬送ロボット1101は、図11において、一旦上方に移動した後に、矢印aの逆方向に移動し、陽極化成槽から離れる。

【0083】第2搬送ロボット1102は、シリコン基板1001の裏面を真空吸着すると、矢印bに示すように、シリコン基板1001を搬送する。そして、シリコン基板1001が吸着パッド1004に接触し、シリコン基板1001が、吸着パッド1004によって吸着された後に、第2搬送ロボット1102は、さらにb方向に移動し、次いで、矢印cに示すように上方に移動して陽極化成槽から離れる。

【0084】なお、第2の搬送ロボット1102は、シリコン基板1001を搬送するのに先立って、矢印c及びbを逆方向に辿って、シリコン基板1001を真空吸着する位置（図示の位置）に移動する。以上のような動作を行うウェハ搬送ロボットを装備することにより、平坦な吸着パッドを有するホルダを使用する場合であっても、陽極化成処理の自動化が可能になる。

【0085】なお、第1の搬送ロボットに関しては、図6に示すような挟持部を有するタイプの搬送ロボットを使用することもできる。

【0086】

【第6の構成例】上記の第1乃至第5の構成例に係るホルダは、開口部に沿って配された円形状の二重リングや吸着パッド等の吸着部によりシリコン基板を吸着するものである。このような構造の利点として、構造が単純であること、シリコン基板とホルダとを略完全にシール

【0087】しかし、本発明は、開口部にそって円環状に配された吸着機構以外を除外するものではない。図12Aは、本発明の第6の構成例に係るホルダの正面図である。このホルダ1202は、互いに独立した複数のリング1204を有し、各リングに囲まれる空間が吸引孔1205を介して不図示のポンプにより減圧されることにより、シリコン基板1201を吸着する。図示の例では、リング1204がない部分を通して、シリコン基板の表面側と裏面側との間でHF溶液が移動することになる。そこで、例えば、図12Bに示すように、リング1204がない部分をシールするためのシール部材1210を設けることが好ましい。シール部材1210は、フッ素樹脂系であるパーフロロエチレン等で構成することが好ましい。

【0088】

【第7の構成例】図13は、自動陽極化成装置の概略平面図である。1301は、自動陽極化成装置本体である。この陽極化成装置は、例えば、コンピュータによりその動作が制御される。1302はローダであり、ウェ

ハキャリアが置かれると、枚葉式ウェハ搬送ロボット1307がウェハを掴める位置までそのウェハキャリアを移動させる機能を有する。ウェハ搬送ロボット1307は、例えば、図6に示すように、ウェハの端部を挟持する機能を有する。そのため、陽極化成槽1303のホルダは、例えば、図5A及び5Bに示すように、ウェハ搬送ロボット1307の挟持部510がホルダの主表面に接触しないようにする突出部を有する。そして、陽極化成槽1303は、例えば、図7に示すように、ホルダが一体化された構造を有し、この例においては、ホルダが25個直列に並んでいる。したがって、陽極化成槽1303は、25枚のウェハを一括して処理する能力を有する。

【0089】図14は、ウェハキャリアに收容されたウェハを陽極化成槽1303にセットする手順を説明するための図である。作業者がウェハキャリア1312をローダ1302のステージ1302aに載置すると、ウェハキャリア1312は、コンピュータ制御の下、自動的にステージ1302bに搬送され、さらに、ステージ1302cに搬送される。次いで、ステージ1302c上のウェハキャリア1312の下方から、ウェハ保持用の溝の付いたボード1311が、ウェハキャリア1311の下部の窓（開口部）を通して上昇する。その結果、ウェハキャリア1312内に收容された全ウェハがボード1311の溝によって保持されて、ウェハキャリア1312の上方に押し上げられる（図14に示す状態）。

【0090】この状態で、ウェハ搬送ロボット1307が端から順にウェハを挟持し、陽極化成槽1303の中まで搬送する。そして、ウェハが陽極化成槽1303のホルダ1303aのウェハ吸着面に接触する位置まで搬送された時点で、該当するホルダ1303aの真空ラインの弁が開き、これによりウェハが吸着される。ウェハが吸着されると、ウェハ搬送ロボット1307は、そのウェハを放し、同様の手順で、次のウェハを次のホルダにセットする。このようにして、ボード1311上の全ウェハが陽極化成槽1303のホルダ1303aにセットされる。

【0091】次いで、陽極化成槽1303の両端に設けられた白金電極1303bと1303cとの間に直流電圧が印加され、陽極化成処理が行われる。次いで、陽極化成処理が完了したウェハは純水で洗浄される。図15Aは、陽極化成処理が完了したウェハを水洗槽に搬送し、洗浄を行う手順を説明するための図である。図15Bは、図15Aに示す水洗槽内におけるボード及びウェハキャリアの配置を示す平面図である。また、図15Cは、洗浄が完了したウェハをウェハキャリアに收容して水洗槽から取り出す手順を説明するための図である。

【0092】陽極化成処理が完了したウェハは、ウェハ搬送ロボット1307により1枚ずつ陽極化成槽1303から取り出され、図15Aの矢印の方向に搬送され



る。すなわち、先ず、ウェハは、水洗槽1304の上部まで搬送され、次いで、水洗槽1304内の純粋中に沈められる。水洗槽1304内には、ウェハ保持用の25本の溝を有するボード1314が固定されており、ウェハは、この溝に順にセットされる。

【0093】水洗槽1304内には、予めウェハキャリア1313が沈められている。このウェハキャリア1313は、上方に移動した際に、ボード1314の溝によって保持されている全ウェハをすくい上げるようにして受け取ることができる形状を有する。また、ウェハキャリア1313は、ボード1314上のウェハをすくい上げる際に、ボード1314を通過させるための開口部1313aを有する。

【0094】ウェハの洗浄が完了すると、図15Cに示すように、キャリア搬送ロボット1308は、ウェハキャリア1313を上方に持ち上げて、ボード1314上の全ウェハをウェハキャリア1313内に収容して、スピンドライヤ1305上のキャリア受取部1305aまで搬送する。このキャリア受取部1305aには、ウェハの面がキャリア搬送ロボット1308の移動方向に対して垂直な方向に沿うようにウェハが並べられた状態でウェハキャリア1313が載置される。この状態は、ウェハキャリア1313をスピンドライヤ1305上で公転させるのに好適である。

【0095】スピンドライヤ1305により乾燥されたウェハは、ウェハキャリア1313に収容されたまま、キャリア搬送ロボット1308によりアンローダ1306のステージに搬送される。この一連の処理により、25枚の多孔質化されたウェハが得られる。ここで、ウェハ搬送ロボット1307は、垂直軸1307aを軸として上下方向に移動し、水平軸1350を軸として水平方向に移動する。また、キャリア搬送ロボット1308は、垂直軸1308aを軸として垂直方向に移動し、水平軸1350を軸として水平方向に移動する。

【0096】この自動陽極化成装置では、陽極化成槽1303、水洗槽1304、スピンドライヤ1305のキャリア受取部1305aを平面図上で略直線上に配置するとともにウェハ搬送ロボット1307及びキャリア搬送ロボット1308の移動方向に対して垂直な方向にウェハの面が位置するようにしている。このような構成とすることで、各工程（陽極化成、洗浄、乾燥）間でウェハを搬送する効率が良くなり、生産性を高めることができる。また、上記のようにロボットの移動方向を2方向のみにすることが可能になり、構成を簡素化することができる。

【0097】次に、HF溶液の循環ろ過システムについて説明する。図13に示す1309は、循環ろ過システムにおけるフィルタ部であり、陽極化成槽1303においてオーバーフローしたHF溶液を循環させ、フィルタレーションして再び陽極化成槽1303に戻す機能を有す

る。この循環ろ過システムは、陽極化成槽1303内で発生したパーティクル等を除去する機能と、陽極化成反応で発生し、ウェハ表面に付着したままの微小な気泡を効率よく除去する機能とを有する。

【0098】図16は、循環ろ過システムの具体的な構成例を示す概略図である。HF溶液は、先ず、貯留タンク1319内に貯留される。そして、貯留タンク1319内のHF溶液は、移送管1320を通してポンプ1315によって上方に押し上げられる。移送管1320の途中には、フィルタ1316が設けられており、これによりHF溶液中のパーティクルが除去される。フィルタ1316を通過したHF溶液は、マニホールド（分配器）1317によって、26本のラインに分配され、陽極化成槽1303の下部から、25個のホルダ1303aによって仕切られた各部屋に供給される。そして、陽極化成槽1303の各部屋からオーバーフローしたHF溶液は、一旦オーバーフロー槽1318によって受けられ、貯留タンク1319内に戻される。

【0099】

【第8の構成例】この構成例は、第7の構成例に係る自動陽極化成装置を改良したものである。図19は、この構成例に係る改良した自動陽極化成装置の概略平面図である。この構成例に係る自動陽極化成装置は、キャリア搬送ロボット1308により、洗浄が完了したウェハをウェハキャリア1313に収容して水洗槽1304からスピンドライヤ1305上のキャリア受取部1305aまで搬送した後に、キャリア搬送ロボット1308のアーム1308bを乾燥させるためのドライヤ1360を有する。

【0100】アーム1308bを乾燥させる方式としては、例えば、窒素ガスその他の気体をアーム1308bに吹付ける方式が好適である。以下、この構成例に係る自動陽極化成装置によるウェハの処理手順を、第7の構成例に係る自動陽極化成装置によるウェハの処理手順と対比して説明する。第7の構成例に係る自動陽極化成装置の場合と同様の手順を経て、水洗槽1304による洗浄処理が完了したウェハは、キャリア搬送ロボット1308により、ウェハキャリア1313に収容されてスピンドライヤ1305上のキャリア受取部1305aまで搬送される。

【0101】この搬送の際に、キャリア搬送ロボット1308のアーム1308bに洗浄用の純水が付着する。したがって、この純水が付着したキャリア搬送ロボット1308により、スピンドライヤ1305による乾燥処理が完了したウェハキャリア1313をアンローダ1306に搬送すると、乾燥後のウェハに再び純水が付着する可能性がある。

【0102】そこで、この構成例に係る自動陽極化成装置では、水洗槽1304からスピンドライヤ1305にウェハキャリア1313を搬送した後に、アーム130



8bがドライヤ1360上に位置するようにキャリア搬送ロボット1308を移動させて、このドライヤ1360により、例えば窒素ガスを吹付けることによりアーム1308bを乾燥させる。

【0103】そして、ドライヤ1360によりアーム1308bが乾燥され、かつ、スピンドライヤ1305によりウェハ及びウェハキャリア1313が乾燥された後に、搬送ロボット1308は、そのアーム1308bによりウェハキャリア1313を掴んで、アンローダ1306のステージに搬送する。上記の実施の形態に拠れば、基板の支持方法を改善することにより、陽極化成処理を効率化することができる。

【0104】より具体的には、上記の実施の形態に拠れば、半導体基板の表面を多孔質化処理する際に、半導体基板の裏面を円形若しくは円形に近い形状のシール材で吸着保持し、そのシール材の内側領域の半導体基板の裏面をプラスの電界質溶液に接触させ、該半導体基板の表面をマイナスの電界質溶液に接触させるような構造の陽極化成装置を用いることによって、半導体基板の全表面領域を化成処理することができる。

【0105】また、上記の実施の形態に拠れば、極めて単純な動作で半導体基板を陽極化成装置に装着できるため、今まで困難だった多数枚一括処理を実現する自動陽極化成装置を得ることができる。

#### 【0106】

【第2の実施の形態】図20は、本発明の1つの実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す断面図である。2101はシリコン基板（例えばウェハ）である。一般には、陽極化成のためには正孔の存在が重要であるため、P型のシリコン基板が好適であるが、N型のシリコン基板であっても光を照射するなどして正孔の生成を促進することにより使用することができる。

【0107】2102は、シリコン基板を支持するためのホルダであり、耐HF性の材質である四フッ化エチレン樹脂（商品名：テフロン）などにより構成される。ホルダ2102には、支持すべきシリコン基板2101の直径よりも小さい径の円形若しくは円形に近い円形状の開口部2103が設けられている。ホルダ2102の一方の面には、シリコン基板2101を吸着するための吸着機構が設けられている。この吸着機構としては種々の形態が考えられる。

【0108】図示の例は、この吸着機構として、断面が矩形で全体が円環状をなす吸着パッド2105を採用したものである。この吸着パッド2105には、シリコン基板2101を吸着する面に溝が設けられている。この溝内の空間を吸引孔2110及び減圧ライン2121を介してポンプ2120により減圧することにより、シリコン基板2101を吸着パッド2105に吸着させることができる。吸引孔2110は、吸着パッド2105の溝の数箇所に連結しても良い。吸着パッド2105の材

質としては耐HF性のゴム等が好適である。

【0109】他の吸着機構として、ホルダ2102の開口部2103に沿って二重の溝を設け、この二重の溝の夫々にOリングをはめ込み、この2つのOリングの間の空間を減吸引孔2110及び減圧ライン2121を介してポンプ2120により減圧することによってシリコン基板2101を吸着し保持する機構が好適である。また、他の吸着機構として、断面が凹型、U型その他の形状を有する吸着パッドを開口部2103に沿って円環状に配置し、この吸着パッドの開口部（例えば、凹型形状の谷の部分）とシリコン基板2101により形成される空洞部分をポンプ2120により減圧することによりシリコン基板2101を吸着する機構が好適である。

【0110】また、他の吸着機構として、ホルダ2102の吸着面側に溝を設け、この溝をポンプ2120により減圧することによりシリコン基板2101を吸着する機構が好適である。ところで、シリコン基板2101の表面側と裏面側とは、上記の如き吸着機構により完全に分離されることが好ましいが、本発明の1つの実施の形態は、必ずしも完全な分離を要求しない。例えば、シリコン基板2101を1または数箇所支持し、シリコン基板とホルダとが完全にシールされない吸着機構であっても良い。

【0111】開口部2103の形状は、シリコン基板2101の裏面がHF溶液2115と接触する部分の形状と略一致するが、この開口部2103の大きさは、ある程度シリコン基板2101より小さくても良い。例えば、シリコン基板2101の直径に対して約60mm小さい開口径、すなわち、シリコン基板2101がHF溶液2115と接触しない領域がシリコン基板2101のエッジから約30mmとなる開口径であっても、シリコン基板2101が化成される厚みは、その中心部からエッジまで略一定となることを本発明者等は確認している。

【0112】したがって、例えば、開口部2103の径が90mmのホルダ2102であれば、直径が100mm（4インチ）、125mm（5インチ）、150mm（6インチ）のシリコン基板のいずれをも取り扱うことができ、陽極化成処理した結果物の分布は全ての直径のシリコン基板において良好であり、その品質も同等になる。

【0113】ただし、直径が100mm（4インチ）のシリコン基板を吸着する場合、オリエンテーション・フラットの部分を完全にシールするためのマージンや吸着の際のずれを許容するためのマージン等を考量すると、開口部2103の直径は、90mm以下であることが好ましい。しかしながら、開口部2103の直径を90mm以下にすると、直径が150mm（6インチ）のシリコン基板を吸着パッド2105に吸着させて陽極化成処理した場合に、形成される多孔質膜を均一化することが

困難になる。

【0114】さらに、直径が200mm(8インチ)のシリコン基板を吸着パッド2105に吸着させて陽極化成処理する場合には、当該シリコン基板の直径と開口部2103の直径との差が60mmを大幅に越えるため、形成される多孔質膜を均一化することが一層困難になる。この実施の形態は、開口部2103の直径よりも一定値以上大きい直径を有するシリコン基板に関しても良好に陽極化成処理するために、吸着パッド2108を設けている。この吸着パッド2108は、直径が異なる以外は吸着パッド2105と実質的に同様の構成を有し、吸引孔2111及び減圧ライン2122を介してポンプ2120により、溝内の空間を減圧することによりシリコン基板を吸着することができる。

【0115】この吸着パッド2108が設けられたホルダ表面2107は、吸着パッド2105が設けられた中間面2104との間に段差を有する。このような段差を設けることにより、直径が大きなシリコン基板(例えば、200mm)を陽極化成処理する場合においても、当該シリコン基板の裏面にHF溶液2114を接触させる面積を飛躍的に大きくすることができる。したがって、形成される多層質膜を均一化することができる。

【0116】良好な分布の多孔質膜を得るためには、吸着面2104と吸着面2107との段差を5mm以上にすることが好ましい。ただし、この段差が5mm未満の場合であっても、例えば、処理の際に発生する $H_2$ ガスを除去し、吸着パッド2108により吸着されたシリコン基板の裏面にHF溶液2115を十分に供給するための手段を設けることにより、良好な分布の多孔質膜を得ることができる。その一例を挙げると、中間面2104にホルダ2102を貫通するような複数の孔を設け、この孔を介して、シリコン基板の裏面から $H_2$ ガスを除去することが好適である。なお、この場合、吸着パッド2105によりシリコン基板を吸着して陽極化成処理を実施するには、上記の穴を塞ぐことが好ましい。

【0117】他の構成要素を説明すると、2109aはマイナス電極、2109bはプラス電極であり、夫々化学的に安定な白金材料で形成することが好ましい。2112及び2113は、夫々減圧ライン2121及び2122に設けられたストップバルブであり、このストップバルブ2112及び2113を制御することによりシリコン基板の吸着を制御することができる。2114は、マニホールドである。2115は、HF溶液であり、反応生成物である $H_2$ 等の気泡をシリコン基板表面から直ちに除去するために、必要に応じてエタノール等のアルコールを混入しても良い。図中の矢印2117は、電界の方向を示している。2118は、化成処理されたシリコン基板2101の断面を拡大したものであり、シリコン基板表面から多孔質化が進んでいる様子を示している。

【0118】なお、図20に示す実施の形態は、2つの吸着面を備えたものであるが、3以上の吸着面を備えても良く、この場合、さらに多様なサイズのシリコン基板を取り扱うことが可能になる。本発明の好適な実施の形態に拠れば、基板の保持機構を改善することにより、大量生産向きで且つ多様なサイズの基板の処理に好適な陽極化成装置を提供することができる。

【0119】具体的には、処理する基板をホルダに固定するには、基板の裏面をホルダの吸着面に押し当てて吸着させれば良いため、基板の取り扱いが容易になる。また、処理する基板のサイズに応じて、最適な吸着機構を選択してホルダに固定することができるため、基板のサイズに拘わらず、均一な多孔質膜を形成することができる。例えば、1つのホルダを用意するだけで、4インチまたはそれ以下のサイズの基板から12インチまたはそれ以上のサイズの基板までを適切に処理することができる。

【0120】また、例えば、ホルダの各吸着機構の径を、対応する基板の径より十分に小さくすることによって、吸着すべき基板のオリエンテーション・フラットの位置を制限することがなくなり、また、基板の中心位置がホルダの中心位置から若干外れても良くなる。また、基板を保持する動作が簡略化されるため、陽極化成処理の自動化が容易になる。

【0121】以下に、本実施の形態の発明の好適な構成例を列挙して説明する。

#### 【0122】

【第1の構成例】図21Aは、本実施の形態の第1の構成例に係るホルダの正面図、図21Bは、図21Aに示すホルダを縦方向に切断した断面図である。2201は、化成処理を施す4インチまたは5インチのシリコン基板である。2202は、四フッ化エチレン樹脂(商品名:テフロン)製のホルダであり、中心に直径75mmの円形の開口部2203が設けられている。

【0123】このホルダ2202は、4インチのシリコン基板2201を吸着して保持するための中間面2204と、6インチ以上のシリコン基板2210を吸着して保持するためのホルダ表面2207とを有する。中間面2204は、ホルダ表面2207から開口部2203に向かって段差をなすように形成されている。この段差は、シリコン基板2210を化成処理する際に発生する $H_2$ ガスを除去し、その裏面にHF溶液が十分に供給されるようにすべく5mm以上にするのが好ましい。また、中間面2204の外周は、開口部2203と略同心円をなすことが好ましい。この構成例においては、中間2204の外径は130mmとしている。

【0124】中間面2204には、開口部2203の縁に沿って円形状の二重の溝が形成されており、夫々の溝にはフッ素樹脂系であるパーフロロエチレン製のOリング2205a、2205bがはめ込まれている。外側の

リング 2205a の内径は 92mm、内側のリング 2205b の内径は 79mm であり、各リング断面の直径は共に 2.5mm である。

【0125】外側のリング 2205a と内側のリング 2205b の間には、両リングとシリコン基板 2201 とで構成される空間を減圧するための吸引孔 2206 が設けられている。この吸引孔 2206 は、ホルダ 2202 の上部に向かって貫通している。シリコン基板 2201 を吸着する際は、吸引孔 2206 に減圧ラインを介して接続された不図示のポンプによりリング間の空間を減圧すれば良い。

【0126】4 インチのシリコン基板 2201 は、直径が 100mm であるから、シリコン基板 2201 の中心と開口部 2203 の中心とが略一致していれば、オリエンテーション・フラットの位置はどの方向であっても良い。したがって、シリコン基板 2201 をホルダ 2202 に吸着させる場合に、オリエンテーション・フラットの位置を考慮することを要しない。また、5 インチのシリコン基板 2201 についても同様である。

【0127】また、ホルダ表面 2207 には、中間面 2204 の外周に沿って円形状の二重の溝が形成されており、夫々の溝にはフッ素樹脂系であるパーフロロエチレン製のリング 2208a、2208b がはめ込まれている。外側のリング 2208a の内径は 141mm、内側のリング 2208b の内径は 133mm であり、各リング断面の直径は共に 2.5mm である。

【0128】外側のリング 2208a と内側のリング 2208b の間には、両リングとシリコン基板 2210 とで構成される空間を減圧するための吸引孔 2209 が設けられている。この吸引孔 2209 は、ホルダ 2202 の上部に向かって貫通している。シリコン基板 2210 を吸着する際は、吸引孔 2209 に減圧ラインを介して接続された不図示のポンプによりリング間の空間を減圧すれば良い。

【0129】6 インチのシリコン基板 2210 は、直径が 150mm であるから、シリコン基板 2210 の中心と開口部 2203 の中心とが略一致していれば、オリエンテーション・フラットの位置はどの方向であっても良い。したがって、シリコン基板 2210 をホルダ 2202 に吸着させる場合に、オリエンテーション・フラットの位置を考慮することを要しない。また、6 インチ以上のシリコン基板 2210 についても同様である。

【0130】このホルダ 2202 は、4 インチ（または 5 インチ）のシリコン基板 2201 と 6 インチ以上のシリコン基板 2210 の両方に使用することができるが、勿論両シリコン基板を一度に吸着して陽極化成処理を行うのではなく、一度の処理においては、いずれかのシリコン基板のみを取り扱う。なお、ホルダ 2202 の各部の寸法は、処理対象とするシリコン基板のサイズに応じて適宜変更し得る。

【0131】シリコン基板に実際に化成処理を施すには、シリコン基板を吸着したホルダ 2202 を陽極化成槽にセットする。図 22 は、ホルダ 2202 を陽極化成槽にセットする様子を示す図である。なお、ホルダ 2202 と陽極化成槽 2211 は、一体化されたものであっても良い。陽極化成槽 2211 は、ホルダ 2202 と同様に四フッ化エチレン樹脂で構成されており、その両側に白金電極 2213a、2213b が取り付けられている。また、陽極化成槽 2211 の中ほどには、ホルダ 2202 を保持するためのホルダ溝 2212 が設けられている。シリコン基板を吸着したホルダ 2202 をこのホルダ溝 2212 に対してはめ込むことにより、陽極化成槽 2211 は左右に二分され、槽内に満たされている HF 溶液 2214 が分離される。

【0132】この状態で、白金電極 2213a をマイナス、白金電極 2213b をプラスとして直流電圧を印加すると、シリコン基板の表面領域の全面と、裏面のうち外側のリング 2205a より外側の部分（裏面周辺部）が陽極化成される。これにより、シリコン基板 2201 の表面全体と裏面周辺部に亘って多孔質シリコン層を形成することができる。

【0133】図 23 は、複数のホルダ 2202 を保持可能な陽極化成槽の一例を示す断面図である。図 23 に示すように、陽極化成槽 2211' に複数のホルダ溝 2212 を設けて、複数のホルダ 2202 を保持可能な構成とすることにより、より生産性を向上させることができる。なお、ここで示す陽極化成槽の一例は、ホルダを直列に配置するものであるが、並列に配置するものでも良いし、マトリックス状に配置するものでも良い。また、ホルダ 2202 と陽極化成槽 2211' は、一体化されたものであっても良い。

【0134】次に、ホルダ 2202 にシリコン基板を自動的に着脱するウェハ搬送ロボットの一例を説明する。図 24 は、本構成例に係るホルダに好適な枚葉式ウェハ搬送ロボットの構成を模式的に示す図である。このウェハ搬送ロボットは、2 つのウェハ搬送ロボット 1307 及び 1330 を組合わせてなる。

【0135】第 1 のウェハ搬送ロボット 1307 は、シリコン基板 2220 の裏面を真空吸着して、矢印 a に示すように、ホルダ 2202 の前面付近まで搬送して、第 2 搬送ロボット 1330 に引き渡す。第 2 のウェハ搬送ロボット 1330 がシリコン基板 2220 を真空吸着すると、第 1 のウェハ搬送ロボット 1307 は、一旦上方に移動した後に、矢印 a の逆方向に移動し、陽極化成槽 2211' から離れる。

【0136】第 2 搬送ロボット 1330 は、シリコン基板 2220 の裏面を真空吸着すると、矢印 b に示すように、シリコン基板 220 を搬送する。この際、シリコン基板 2220 のサイズによって第 2 の搬送ロボット 1330 の動作は異なる。すなわち、シリコン基板 2220

のサイズが4インチ（または5インチ）の場合には、第2の搬送ロボット1330は、シリコン基板2220をリング2205の位置まで搬送する。一方、シリコン基板2220のサイズが6インチ（またはそれ以上）の場合には、第2のウェハ搬送ロボット1330は、シリコン基板2220をリング2208の位置まで搬送する。

【0137】シリコン基板2220が、リング2205または2208と接触する位置まで搬送され、リング2205または2208により吸着されると、第2のウェハ搬送ロボット1330は、シリコン基板2220を開放した後、さらにb方向に移動し、次いで、矢印cに示すように上方に移動して陽極化成槽2211'から離れる。

【0138】なお、第2のウェハ搬送ロボット1330は、シリコン基板2220を搬送するのに先立って、矢印c及びbを逆方向に辿って、シリコン基板2220を真空吸着する位置（図示の位置）に移動する。以上のような動作を行うウェハ搬送ロボットを装備することにより、陽極化成処理の自動化が可能になる。

#### 【0139】

【第2の構成例】図25は、本実施の形態の第2の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダ2303は、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽2211または2211'と組合わせて使用することができる。また、シリコン基板の着脱には、図24に示す枚葉式ウェハ搬送ロボットが好適である。

【0140】この構成例に係るホルダ2303は、第1の構成例に係るホルダにおける二重のリングを他の吸着機構によって置換したものであって、4インチ（または5インチ）のシリコン基板2301を吸着するための吸着機構と、6インチ以上のシリコン基板2302を吸着するための吸着機構とを有する。この構成例においては、シリコン基板の吸着機構として、断面がU型で全体が円環状の吸着パッド2305及び2306を採用している。

【0141】この吸着パッド2305、2306の一部には、夫々減圧ライン2307、2308に通じる吸引孔2312、2313が設けられている。減圧ライン2307、2308の先には、夫々ストップバルブ2309、2310が設けられ、さらに、その先にはマニホールド2311が設けられ、そのマニホールド2311により2本の減圧ラインが1本にまとめられている。シリコン基板2301、2302を吸着するには、夫々ストップバルブ2309、2310を開放すれば良い。

【0142】この構成例のように、吸着機構として、断面がU型の吸着パッドを採用すると、第1の構成例に比べ、シリコン基板との接触部分の自由度が大きいため、シリコン基板を接触部分に精度良く搬送する必要がなくなる。

#### 【0143】

【第3の構成例】図26は、本実施の形態の第3の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダ2303'は、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽2211または2211'と組合わせて使用することができる。また、シリコン基板の着脱には、図24に示す枚葉式ウェハ搬送ロボットが好適である。

【0144】この構成例に係るホルダ2303'は、第2の構成例に係るホルダ2303における吸着パッド2305及び2306を他の吸着機構、すなわち、断面が凹型の吸着パッド2305'及び2306'によって置換するものである。なお、図25と同様の構成部材に関しては同一の符号を付し、説明を省略する。この構成例のように、吸着機構として、断面が凹型の吸着パッドを採用すると、第2の構成例と同様に、シリコン基板との接触部分の自由度が大きいため、シリコン基板を接触部分に精度良く搬送する必要がなくなる。

#### 【0145】

【第4の構成例】図27は、本実施の形態の第4の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダ2403は、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽2211または2211'と組合わせて使用することができる。また、シリコン基板の着脱には、図24に示す枚葉式ウェハ搬送ロボットが好適である。

【0146】この構成例に係るホルダ2403は、第1の構成例に係るホルダにおける二重のリングを他の吸着機構によって置換したものであって、4インチ（または5インチ）のシリコン基板2401を吸着するための吸着機構と、6インチ以上のシリコン基板2402を吸着するための吸着機構とを有する。この構成例においては、シリコン基板の吸着機構として、断面が矩形で且つ全体が円環状の吸着パッド2405及び2406を採用している。

【0147】この吸着パッド2405、2406には、夫々シリコン基板2401、2402を吸着するための溝が設けられている。そして、各溝には、減圧ライン2411、2412に通じる吸引孔2407、2408が設けられている。減圧ライン2411、2412には、夫々ストップバルブ2409、2410が設けられ、さらに、その先にはマニホールド2413が設けられ、そのマニホールド2413により2本の減圧ラインが1本にまとめられている。シリコン基板2401、2402を吸着するには、夫々ストップバルブ2409、2410を開放すれば良い。

【0148】この構成例に係るホルダ2403を陽極化成槽2211または2211'と組合わせて使用し、シリコン基板に陽極化成処理を施すと、シリコン基板の表面だけが陽極化成され、裏面は陽極化成されない。これは、吸着パッド2405または2406がシリコン基板2401または2402の裏面と密着するために、シリ

ング等の吸着機構を用いた場合のようにシリコン基板の表面側のHF溶液がシリコン基板の裏面に回り込むことがないからである。すなわち、このホルダ2403を用いて陽極化成処理を行うと、シリコン基板の表面だけが多孔質化され、裏面は多孔質化されないため、有効領域（例えば、SOI基板を作成する際に利用できる領域）を拡大することができる。

#### 【0149】

【第5の構成例】図28は、本実施の形態の第5の構成例に係るホルダの断面図である。このホルダ2505は、例えば、第1の構成例に係る陽極化成槽2211または2211'と組合わせて使用することができる。また、シリコン基板の着脱には、図24に示す枚葉式ウェハ搬送ロボットが好適である。

【0150】この構成例に係るホルダ2505は、様々なサイズのシリコン基板に対応すべく、複数の吸着機構を備えており、ホルダ本体の表面側より裏面側に向かって階段状にくり貫いた形状を有するホルダ本体の各段

（中間面）にシリコン基板の吸着機構を有する。2505は、シリコン基板を支持するためのホルダであり、耐HF性の材質である四フッ化エチレン樹脂（商品名：テフロン）などにより構成される。ホルダ2505は、その表面側から裏面側に向かって、12インチ基板用、8インチ基板用、6インチ基板用、5インチ基板用（4インチ基板と兼用）の吸着機構を、順にホルダ表面2524、中間面2523、中間面2522、中間面2521に備えている。なお、12インチを越えるシリコン基板を保持するために、さらに段数（吸着機構）を増やしても良いし、不要な中間面を削除しても良い。

【0151】図示の例は、吸着機構として、二重のオリング2507、2508、2509、2510を採用したものであるが、上記の第2乃至第4の構成例の如き吸着機構を備えることも有効である。この構成例においては、8インチ基板用の中間面2523の外径を280mm、6インチ基板用の中間面2522の外径を180mm、4インチ基板用（5インチ基板と兼用）の中間面2521の外径を130mm、開口部2506の直径を75mmとしているが、他の寸法にしても良い。

【0152】各サイズのシリコン基板に関して、良好な分布の多孔質膜を得るためには、各吸着面間の段差を5mm以上にすることが好ましい。ただし、この段差が5mm未満の場合であっても、例えば、処理の際に発生するH<sub>2</sub>ガスを除去し、処理するシリコン基板の裏面にHF溶液を十分に供給するための手段を設けることにより、良好な分布の多孔質膜を得ることができる。その一例を挙げると、各吸着面2521～2523に、ホルダ2505を貫通するような孔2531～2533を夫々複数設け、この孔2531～2533を介して、シリコン基板の裏面からH<sub>2</sub>ガスを除去することが好適である。なお、この場合、シリコン基板の表面側と裏面側と

の間でHF溶液が移動することを防ぐために、処理するシリコン基板のサイズに応じて孔を塞ぐことが好ましい。例えば、シリコン基板2503を処理する場合には、孔2533の存在は好ましくないため、この孔2533を塞ぐことが好ましい。また、他の例を挙げると、中間面のうち吸着機構であるオリングを支持する部分以外をホルダ2505の裏面側に窪ませて、シリコン基板の裏面の空間を拡大することも好適である。

【0153】各オリング2507～2510について、夫々二重のオリング間の空間を減圧するための吸引孔2511～2514が形成され、ホルダ2505の上方において夫々減圧ライン2541～2544に接続されている。減圧ライン2541～2544は、ストップバルブ2515～2518に接続され、その先でマニホールド2519に接続され、4本の減圧ラインが1本にまとめられている。シリコン基板2501～2504を吸着するには、夫々ストップバルブ2515～2518を開放すれば良い。

【0154】この構成例に拠れば、複数の吸着機構を設けることにより、広範なサイズのシリコン基板を取り扱うことができる。なお、上記の種々の実施例において、複数のホルダを有する陽極化成槽により陽極化成処理を行う場合、サイズの異なるシリコン基板を同時に取り扱っても良い。この場合、処理するシリコン基板のサイズに応じて各ホルダのストップバルブを独立に制御することになる。例えば、4インチのシリコン基板と6インチのシリコン基板を同時に処理する場合、4インチのシリコン基板を処理するホルダに関しては4インチ用のストップバルブを制御することによりシリコン基板の着脱を行ない、6インチのシリコン基板を処理するホルダに関しては6インチ用のストップバルブを制御することによりシリコン基板の着脱を行う。

#### 【0155】

【第6の構成例】この構成例は、第1の構成例に係る陽極化成槽2211'、第1のウェハ搬送ロボット1307、第2のウェハ搬送ロボット1330を備えた自動陽極化成槽を提供する。図29は、自動陽極化成装置の概略平面図である。この例においては、陽極化成槽2211'には25個のホルダ2202が備えられており、25枚のウェハを一括して処理する能力を有する。

【0156】1301は、自動陽極化成装置の本体である。この陽極化成装置は、例えば、コンピュータによりその動作が制御される。1302はローダであり、ウェハキャリアが置かれると、第1のウェハ搬送ロボット1307がウェハを吸着できる位置までそのウェハキャリアを移動させる機能を有する。図30は、ウェハキャリアに収容されたウェハを陽極化成槽2211'にセットする手順を説明するための図である。作業者がウェハキャリア1312をローダ1302のステージ1302aに載置すると、ウェハキャリア1312は、コンピュー

タ制御の下、自動的にステージ1302bに搬送され、さらに、ステージ1302cに搬送される。次いで、ステージ1302c上のウェハキャリア1312の下方から、ウェハ保持用の溝の付いたボード1311が、ウェハキャリア1311の下部の窓（開口部）を通して上昇する。その結果、ウェハキャリア1312内に收容された全ウェハがボード1311の溝によって保持されて、ウェハキャリア1312の上方に押し上げられる（図30に示す状態）。

【0157】この状態で、第1のウェハ搬送ロボット1307が端から順にウェハを真空吸着し、矢印dに示すように陽極化成槽2211'内の該当するホルダ2202の前面まで搬送する。このとき、第2のウェハ搬送ロボット1330は、ウェハを受け取る位置まで移動して待機しており、搬送されてきたウェハを吸着して、該ウェハを該当するホルダのリングに接触する位置まで搬送する。

【0158】この状態で、コンピュータ制御の下、該当するストップバルブを開放することにより、ウェハを吸着することができる。ウェハが吸着されると、第2のウェハ搬送ロボット1330は、そのウェハを放し、次のウェハをセットする準備をする。以上の手順を繰り返すことにより、ボード1311上の全ウェハが陽極化成槽2211'のホルダ2202にセットされる。

【0159】次いで、コンピュータ制御の下、陽極化成槽2211'の両端に設けられた白金電極2213aと2213bとの間に直流電圧が印加され、陽極化成処理が行われる。次いで、陽極化成処理が完了したウェハは純水で洗浄される。図15Aは、陽極化成処理が完了したウェハを水洗槽に搬送し、洗浄を行う手順を説明するための図である。図15Bは、図15Aに示す水洗槽内におけるボード及びウェハキャリアの配置を示す平面図である。また、図15Cは、洗浄が完了したウェハをウェハキャリアに收容して水洗槽から取り出す手順を説明するための図である。

【0160】陽極化成処理が完了したウェハは、第2のウェハ搬送ロボット1330によりリングから引き離され、第1のウェハ搬送ロボット1307に引き渡される。そして、第1の搬送ロボット1307は、矢印e

（図30参照）に示すように第2のウェハ搬送ロボット1330を跨ぐようにして、ウェハを水洗槽1304の上部まで搬送し、次いで、該ウェハを水洗槽1304内の純粋中に沈める。水洗槽1304内には、ウェハ保持用の25本の溝を有するボード1314が固定されており、ウェハは、この溝に順にセットされる。

【0161】水洗槽1304内には、予めウェハキャリア1313が沈められている。このウェハキャリア1313は、上方に移動した際に、ボード1314の溝によって保持されている全ウェハをすくい上げるようにして受け取ることができる形状を有する。また、ウェハキャ

リア1313は、ボード1314上のウェハをすくい上げる際に、ボード1314を通過させるための開口部1313aを有する。

【0162】ウェハの洗浄が完了すると、図15Cに示すように、キャリア搬送ロボット1308は、ウェハキャリア1313を上方に持ち上げて、ボード1314上の全ウェハをウェハキャリア1313内に收容して、スピンドライヤ1305上のキャリア受取部1305aまで搬送する。このキャリア受取部1305aには、ウェハの面がキャリア搬送ロボット1308の移動方向に対して垂直な方向に沿うようにウェハが並べられた状態でウェハキャリア1313が載置される。この状態は、ウェハキャリア1313をスピンドライヤ1305上で公転させるのに好適である。

【0163】スピンドライヤ1305により乾燥されたウェハは、ウェハキャリア1313に收容されたまま、キャリア搬送ロボット1308によりアンロード1306のステージに搬送される。この一連の処理により、25枚の多孔質化されたウェハが得られる。ここで、第1のウェハ搬送ロボット1307は、垂直軸1307aを軸として上下方向に移動し、水平軸1350を軸として水平方向に移動する。また、第2のウェハ搬送ロボット1330は、垂直軸1330aを軸として上下方向に移動し、水平軸1351を軸として水平方向に移動する。また、キャリア搬送ロボット1308は、垂直軸1308aを軸として垂直方向に移動し、水平軸1350を軸として水平方向に移動する。

【0164】次に、HF溶液の循環ろ過システムについて説明する。1309は、循環ろ過システムにおけるフィルタ部であり、陽極化成槽2211'においてオーバーフローしたHF溶液を循環させ、フィルタレーションして再び陽極化成槽2211'に戻す機能を有する。この循環ろ過システムは、陽極化成槽2211'内で発生したパーティクル等を除去する機能と、陽極化成反応で発生し、ウェハ表面に付着したままの微小な気泡を効率よく除去する機能とを有する。

【0165】この自動陽極化成装置では、陽極化成槽2211'、水洗槽1304、スピンドライヤ1305のキャリア受取部1305aを平面図上で略直線上に配置するとともに第1及び第2のウェハ搬送ロボット1307及び1330及びキャリア搬送ロボット1308の移動方向に対して垂直な方向にウェハの面が位置するようにした。このような構成とすることで、各工程（陽極化成、洗浄、乾燥）間でウェハを搬送する効率が良くなり、生産性を高めることができるとともに、上記のようにロボットの移動方向を2方向のみにすることが可能になり、構成を簡素化することができる。

【0166】上記の自動陽極化成装置において、ウェア搬送ロボット1307及び1330の両者を同一の水平軸を使って駆動する構成を採用することもできる。この

構成は、例えば、ウェハ搬送ロボット 1307 及び 1330 の本体 1307b 及び 1330b を一体化して双方を水平軸 1350 を軸として水平方向に駆動すると共に、ウェハ搬送ロボット 1307 の吸着部 1307a を昇降させる昇降機構と、ウェハ搬送ロボット 1330 の吸着部 1330a を水平軸 1350 の軸方向（水平方向）に移動させる水平駆動機構とを設けることにより実現することができる。

【0167】この構成において、ウェハを陽極化成槽 2211 にセットするには、まず、ボード 1311 に保持されたウェハをウェハ搬送ロボット 1307 の吸着部 1307a により吸着して、図 30 の矢印 d に示すように陽極化成槽 2211 内の該当するホルダ 2202 の前面まで搬送する。そして、ウェハ搬送ロボット 1330 の吸着部 1330a を前記水平駆動機構により図 30 の左方向に移動させてウェハを吸着した後に、前記昇降機構により吸着部 1307a を上方に移動させる。その後、ウェハがホルダ 2202 のリングに接触する位置まで前記水平駆動機構により吸着部 1330a を図 30 の右方向に移動させた状態で、ウェハをホルダ 2202 に吸着させる。

【0168】一方、ウェハを陽極化成槽 2211' から水洗槽 1304 に移す場合には、吸着部 1330a によりウェハの裏面を吸着した後、ホルダ 2202 のリングによるウェハの吸着を解除し、吸着部 1330a を図 30 の左方向に移動させて、ウェハとホルダ 2202 との間に所定の間隔を設ける。そして、ウェハとホルダ 2202 との間に、前記昇降機構により吸着部 1307a を下降させ、吸着部 1307a によりウェハの裏面を吸着した後に、吸着部 1330a による吸着を解除し、吸着部 1330a を前記水平駆動機構により図 30 の右方向に移動させる。その後、一体化したウェハ搬送ロボット 1307 及び 1330 を図 30 の矢印 e に示すようにして水洗槽 1304 に搬送する。

【0169】この構成によれば、陽極化成槽 2211 から水洗槽 1304 にウェハを移す際に、図 30 の矢印 e のようにウェハ搬送ロボット 1330 を跨ぐようにしてウェハ搬送ロボット 1307 を移動させる必要がなくなり、一体化したウェハ搬送ロボット 1307 及び 1330 を図 30 の矢印 e' のように移動させることができる。したがって、ウェハの搬送経路を短くすることができる。

#### 【0170】

【第 7 の構成例】この構成例は、第 6 の構成例に係る自動陽極化成装置を改良したものである。図 31 は、この構成例に係る改良した自動陽極化成装置の概略平面図である。この構成例に係る自動陽極化成装置は、キャリア搬送ロボット 1308 により、洗浄が完了したウェハをウェハキャリア 1313 に収容して水洗槽 1304 からスピンドライヤ 1305 上のキャリア受取部 1305a

まで搬送した後に、キャリア搬送ロボット 1308 のアーム 1308b を乾燥させるためのドライヤ 1360 を有する。

【0171】アーム 1308b を乾燥させる方式としては、例えば、窒素ガスその他の気体をアーム 1308b に吹付ける方式が好適である。以下、この構成例に係る自動陽極化成装置によるウェハの処理手順を、第 6 の構成例に係る自動陽極化成装置によるウェハの処理手順と対比して説明する。第 6 の構成例に係る自動陽極化成装置の場合と同様の手順を経て、水洗槽 1304 による洗浄処理が完了したウェハは、キャリア搬送ロボット 1308 により、ウェハキャリア 1313 に収容されてスピンドライヤ 1305 上のキャリア受取部 1305a まで搬送される。

【0172】この搬送の際に、キャリア搬送ロボット 1308 のアーム 1308b に洗浄用の純水が付着する。したがって、この純水が付着したキャリア搬送ロボット 1308 により、スピンドライヤ 1305 による乾燥処理が完了したウェハキャリア 1313 をアンローダ 1306 に搬送すると、乾燥後のウェハに再び純水が付着する可能性がある。

【0173】そこで、この構成例に係る自動陽極化成装置では、水洗槽 1304 からスピンドライヤ 1305 にウェハキャリア 1313 を搬送した後に、アーム 1308b がドライヤ 1360 上に位置するようにキャリア搬送ロボット 1308 を移動させて、このドライヤ 1360 により、例えば窒素ガスを吹付けることによりアーム 1308b を乾燥させる。

【0174】そして、ドライヤ 1360 によりアーム 1308b が乾燥され、かつ、スピンドライヤ 1305 によりウェハ及びウェハキャリア 1313 が乾燥された後に、搬送ロボット 1308 は、そのアーム 1308b によりウェハキャリア 1313 を掴んで、アンローダ 1306 のステージに搬送する。上記の実施の形態に拠れば、基板の支持方法を改善することにより、陽極化成処理を効率化することができると共に処理可能な基板のサイズを多様化することができる。

#### 【0175】

【第 3 の実施の形態】この実施の形態は、上記の第 1 又は第 2 の実施の形態に係る装置を工程の一部に用いて半導体基体を製造する方法を提供する。図 32 は、半導体基体の製造方法を示す工程図である。概略的に説明すると、この製造方法は、単結晶シリコン基板に多孔質シリコン層を形成し、該多孔質シリコン層の上に非多孔質層を形成し、その上に好ましくは絶縁膜を形成した第 1 の基板と、別途用意した第 2 の基板とを、該絶縁膜を挟むようにして張り合わせた後に、第 1 の基板の裏面から単結晶シリコン基板を除去し、さらに多孔質シリコン層をエッチングして半導体基板を製造するものである。

【0176】以下、図 32 を参照しながら半導体基体の

具体的な製造方法を説明する。まず、第1の基板を形成するための単結晶Si基板51を用意して、その主表面上に多孔質Si層52を形成する(図32(a)参照)。この多孔質Si層52は、単結晶基板51の主表面を上記の第1又は第2の実施の形態に係る陽極化成装置により処理することにより形成することができる。

【0177】次いで、多孔質Si層52の上に少なくとも一層の非多孔質層53を形成する(図32(b)参照)。非多孔質層53としては、例えば、単結晶Si層、多結晶Si層、非晶質Si層、金属膜層、化合物半導体層、超伝導体層等が好適である。また、非多孔質層53には、MOSFET等の素子を形成しても良い。非多孔質層53の上には、SiO<sub>2</sub>層54を形成し、これを第1の基板とすることが好ましい(図32(c)参照)。このSiO<sub>2</sub>層54は、後続の工程で第1の基板と第2の基板55とを貼り合わせた際に、その貼り合わせの界面の界面準位を活性層から離すことができるという意味でも有用である。

【0178】次いで、SiO<sub>2</sub>層54を挟むようにして、第1の基板と第2の基板55とを室温で密着させる(図32(d)参照)。その後、陽極接合処理、加圧処理、あるいは必要に応じて熱処理を施すこと、あるいはこれらの処理を組み合わせることにより、貼り合わせを強固なものにしても良い。非多孔質層53として、単結晶Si層を形成した場合には、該単結晶Si層の表面に熱酸化等の方法によってSiO<sub>2</sub>層53を形成した後に第2の基板55と貼り合わせることが好ましい。

【0179】第2の基板55としては、Si基板、Si基板上にSiO<sub>2</sub>層を形成した基板、石英等の光透過性の基板、サファイヤ等が好適である。しかし、第2の基板55は、貼り合わせに供される面が十分に平坦であれば十分であり、他の種類の基板であっても良い。なお、図32(d)は、SiO<sub>2</sub>層54を介して第1の基板と第2の基板とを貼り合わせた状態を示しているが、このSiO<sub>2</sub>層54は、非多孔質層53または第2の基板がSiでない場合には設けなくても良い。

【0180】また、貼り合わせの際には、第1の基板と第2の基板との間に絶縁性の薄板を挟んでも良い。次いで、多孔質Si層53を境にして、第1の基板を第2の基板より除去する(図32(e)参照)。除去の方法としては、研削、研磨或いはエッチング等による第1の方法(第1の基板を廃棄)と、多孔質層53を境にして第1の基板と第2の基板とを分離する第2の方法とがある。第2の方法の場合、分離された第1の基板に残留した多孔質Siを除去し、必要に応じてその表面を平坦化することにより再利用することができる。

【0181】次いで、多孔質Si層52を選択的にエッチングして除去する(図32(f)参照)。図32

(e)は、上記の製造方法により得られる半導体基板を模式的に示している。この製造方法に拠れば、第2の基

板55の表面の全域に亘って、非多孔質層53(例えば、単結晶Si層)が平坦かつ均一に形成される。

【0182】例えば、第2の基板55として絶縁性の基板を採用すると、上記製造方法によって得られる半導体基板は、絶縁された電子素子の形成に極めて有用である。本発明は、上記の実施の形態に記載された事項によって限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内で様々な変形をなし得る。

【0183】

【発明の効果】本発明によれば、基板の支持方法を改善することにより、陽極化成処理を効率化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す断面図である。

【図2A】第1の実施の形態の第1の構成例に係るホルダの正面図である。

【図2B】第1の実施の形態の第1の構成例に係るホルダの断面図である。

【図3】ホルダを陽極化成槽にセットする様子を示す図である。

【図4】複数のホルダを保持可能な陽極化成槽の一例を示す断面図である。

【図5A】第1の実施の形態の第2の構成例に係るホルダの正面図である。

【図5B】第1の実施の形態の第2の構成例に係るホルダの断面図である。

【図6】シリコン基板をホルダにセットするためのウェハ搬送ロボットを模式的に示す図である。

【図7】ホルダと一体化した陽極化成槽の構造を示す断面図である。

【図8】第1の実施の形態の第3の構成例に係るホルダの断面図である。

【図9】第1の実施の形態の第4の構成例に係るホルダの断面図である。

【図10】第1の実施の形態の第5の構成例に係るホルダ及び陽極化成槽の概略断面図である。

【図11】第1の実施の形態の第5の構成例に係るホルダに好適な枚葉式のウェハ搬送ロボットの構成を模式的に示す図である。

【図12A】第1の実施の形態の第6の構成例に係るホルダの正面図である。

【図12B】第1の実施の形態の第6の構成例に係るホルダの吸着部の構成例を示す図である。

【図13】第1の実施の形態に係る自動陽極化成装置の1つの構成例を示す概略平面図である。

【図14】ウェハキャリアに收容されたウェハを陽極化成槽にセットする手順を説明する図である。

【図15A】陽極化成処理が完了したウェハを水洗槽に搬送して洗浄を行う手順を説明するための図である。



【図 15 B】水洗槽内におけるボード及びウェハキャリアの配置を示す平面図である。

【図 15 C】洗浄が完了したウェハをウェハキャリアに収容して水洗槽から取り出す手順を説明するための図である。

【図 16】循環ろ過システムの具体的な構成例を示す概略図である。

【図 17】従来の陽極化成装置の構成を示す図である。

【図 18】従来の陽極化成装置の構成を示す図である。

【図 19】第 1 の実施の形態に係る自動陽極化成装置の他の構成例を示す概略平面図である。

【図 20】本発明の第 2 の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す断面図である。

【図 21 A】第 2 の実施の形態の第 1 の構成例に係るホルダの正面図である。

【図 21 B】第 2 の実施の形態の第 1 の構成例に係るホルダの断面図である。

【図 22】ホルダを陽極化成槽にセットする様子を示す図である。

【図 23】複数のホルダを保持可能な陽極化成槽の一例を示す断面図である。

【図 24】枚葉式ウェハ搬送ロボットの構成を模式的に示す図である。

【図 25】第 2 の実施の形態の第 2 の構成例に係るホルダの断面図である。

【図 26】第 2 の実施の形態の第 3 の構成例に係るホルダの断面図である。

【図 27】第 2 の実施の形態の第 4 の構成例に係るホルダの断面図である。

【図 28】第 2 の実施の形態の第 5 の構成例に係るホルダの断面図である。

【図 29】第 2 の実施の形態に係る自動陽極化成装置の 1 つの構成例を示す概略平面図である。

【図 30】ウェハキャリアに収容されたウェハを陽極化成槽にセットする手順を説明する図である。

【図 31】第 2 の実施の形態に係る自動陽極化成装置の他の構成例を示す概略平面図である。

【図 32】半導体基体の製造方法を示す工程図である。

【符号の説明】

101 シリコン基板

102 ホルダ

103 開口部

104 オリング

105 吸引孔

106 a, 106 b 白金電極

107 HF 溶液

108 陽極化成槽

201 シリコン基板

202 ホルダ

203 開口部

204 a, 204 b オリング

205 吸引孔

206 a, 206 b 白金電極

207 HF 溶液

208, 208' 陽極化成槽

209 ホルダ溝

501 シリコン基板

502 ホルダ

503 開口部

504 a, 504 b オリング

505 吸引孔

506 a, 506 b 白金電極

507 HF 溶液

508 陽極化成槽

510 挟持部

515 突出部

801 シリコン基板

802 ホルダ

803 開口部

804 吸着パッド

901 シリコン基板

902 ホルダ

903 開口部

904 吸着パッド

1001 シリコン基板

1002 ホルダ

1003 開口部

1004 吸着パッド

1004 a 溝

1005 吸引孔

1006 a, 1006 b 白金電極

1007 HF 溶液

1008 陽極化成槽

1101 第 1 の搬送ロボット

1102 第 2 の搬送ロボット

1201 シリコン基板

1202 ホルダ

1203 開口部

1204 オリング

1205 吸引孔

1210 シール部材

1301 自動陽極化成装置

1302 ロータ

1302 a, 1302 b, 1302 c ステージ

1303 陽極化成槽

1303 a ホルダ

1303 b, 1303 c 白金電極

1304 水洗槽

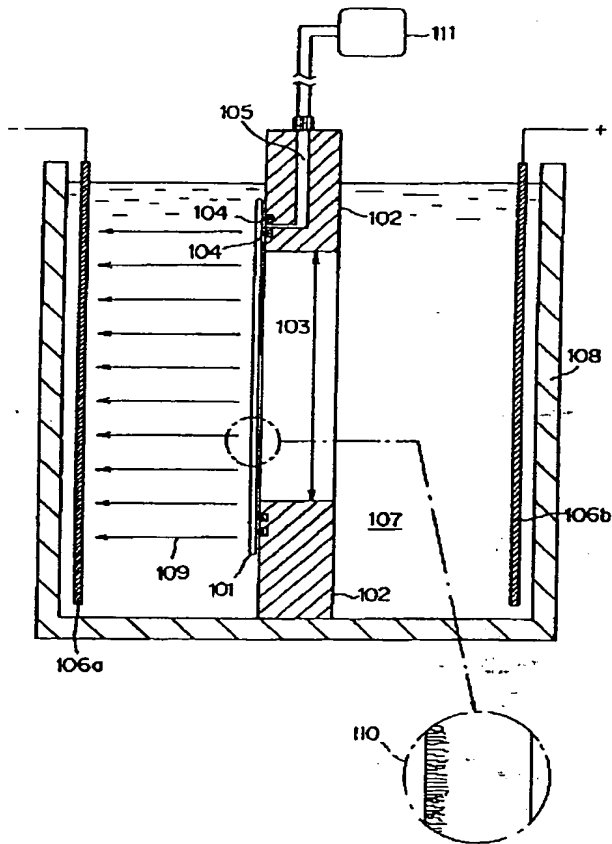
1305 スピンドライヤ

1306 アンローダ

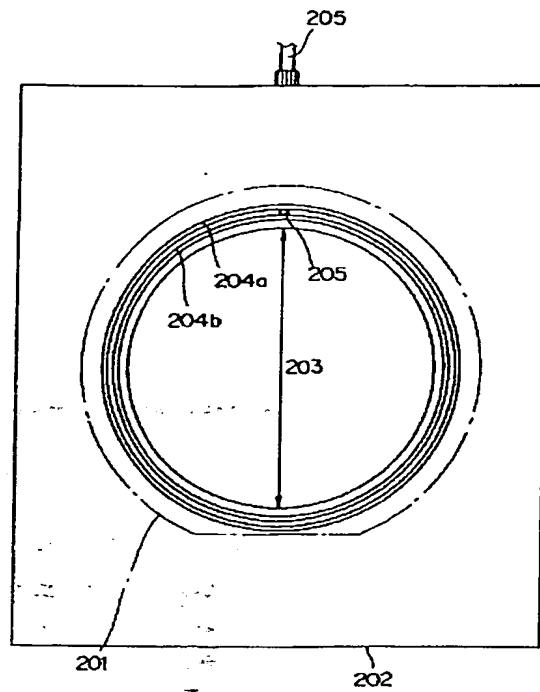
1307 枚葉式ウェハ搬送ロボット  
 1307a 垂直軸  
 1307b 本体  
 1307c  
 1308 キャリア搬送ロボット  
 1308a 垂直軸  
 1308b アーム  
 1309 フィルタ部  
 1311 ボード  
 1312, 1313 ウェハキャリア  
 1314 ボード  
 1315 ポンプ  
 1316 フィルタ  
 1317 マニホールド  
 1318 オーバフロー槽  
 1319 貯留タンク  
 1320 移送管  
 1330 枚葉式ウェハ搬送ロボット  
 1350 水平軸  
 1360 ドライヤ  
 1701 シリコン基板  
 1702 金属電極  
 1703 HF溶液  
 1704 オリング  
 1705 陽極化成槽  
 1706 対向電極  
 1801 シリコン基板  
 1802a, 1802b 陽極化成槽  
 1803a, 1803b 白金電極  
 1804a, 1804b オリング  
 1805a, 1805b HF溶液  
 2101 シリコン基板  
 2102 ホルダ  
 2103 開口部  
 2104 中間面  
 2105 吸着パッド  
 2107 ホルダ表面  
 2108 吸着パッド  
 2109a マイナス電極  
 2109b プラス電極  
 2110, 2111 吸引孔  
 2112, 2113 ストップバルブ

2120 ポンプ  
 2121, 2122 減圧ライン  
 2201 シリコン基板  
 2202 ホルダ  
 2203 開口部  
 2204 中間面  
 2205, 2205a, 2205b オリング  
 2206 吸引孔  
 2207 ホルダ表面  
 10 2208, 2208a, 2208b オリング  
 2209 吸引孔  
 2211 陽極化成槽  
 2211' 陽極化成槽  
 2212 ホルダ溝  
 2213a, 2213b 白金電極  
 2214 HF溶液  
 2220 シリコン基板  
 2301, 2302 シリコン基板  
 2303, 2303' ホルダ  
 20 2304 開口部  
 2305, 2306, 2305', 2306' 吸着パ  
 ッド  
 2307, 2308 減圧ライン  
 2309, 2310 ストップバルブ  
 2311 マニホールド  
 2401, 2402 シリコン基板  
 2403 ホルダ  
 2404 開口部  
 2405, 2406 吸着パッド  
 30 2407, 2408 吸引孔  
 2409, 2410 ストップバルブ  
 2411, 2412 減圧ライン  
 2413 マニホールド  
 2501~2504 シリコン基板  
 2505 ホルダ  
 2506 開口部  
 2507~2510 オリング  
 2511~2514 吸引孔  
 2515~2518 ストップバルブ  
 40 2531~2533 孔  
 2541~2544 減圧ライン  
 2519 マニホールド

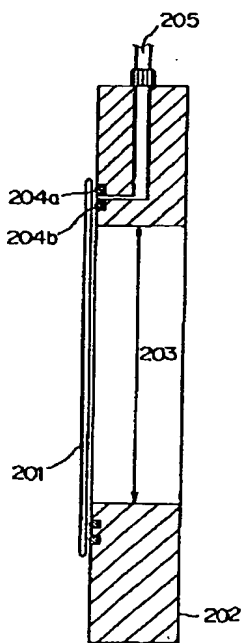
【図 1】



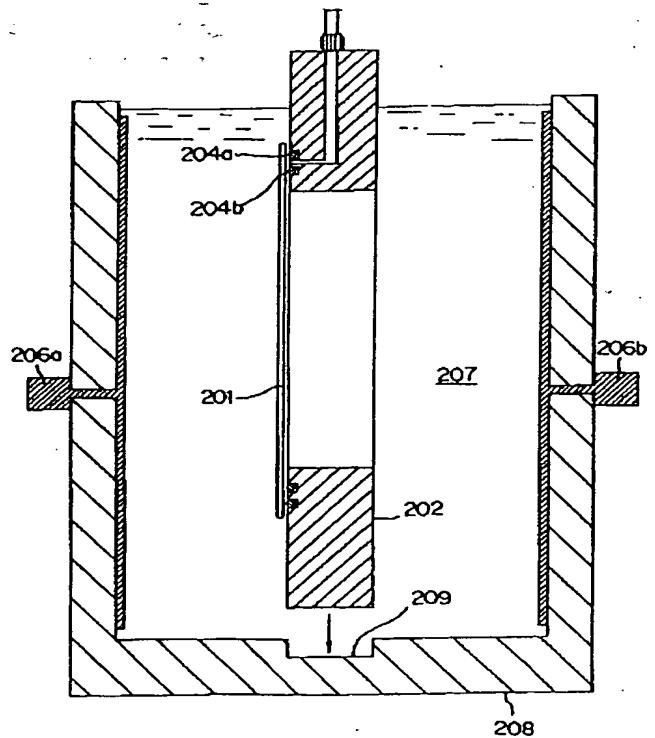
【図 2 A】



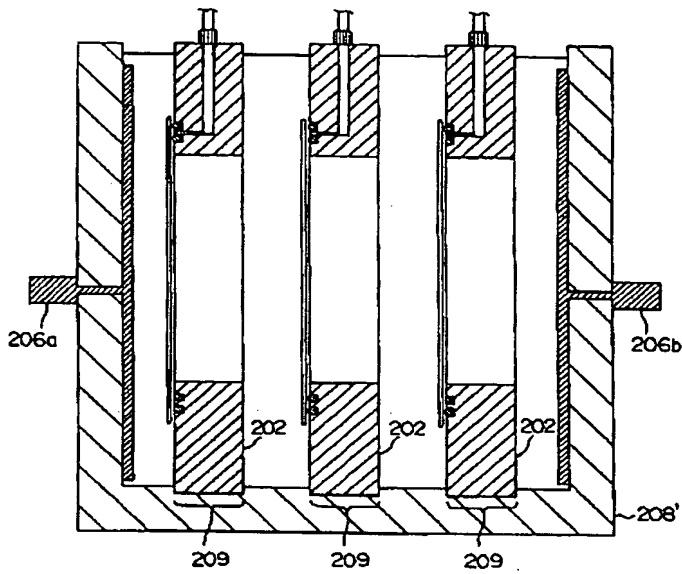
【図 2 B】



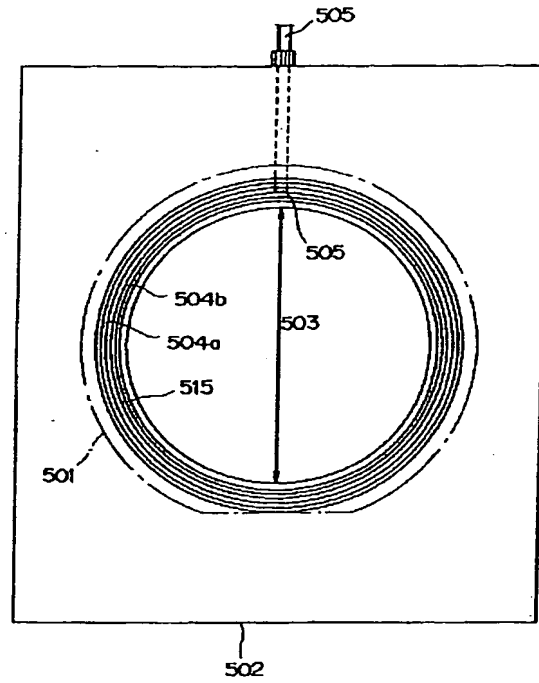
【図 3】



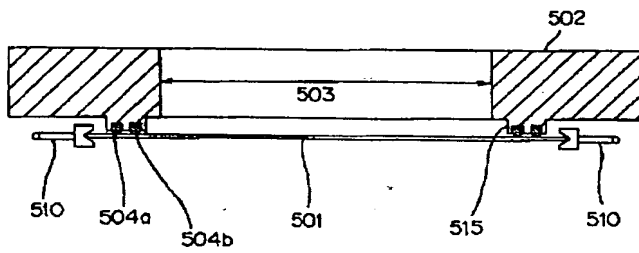
【図4】



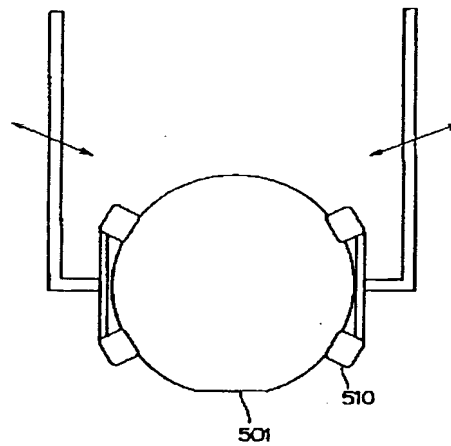
【図5A】



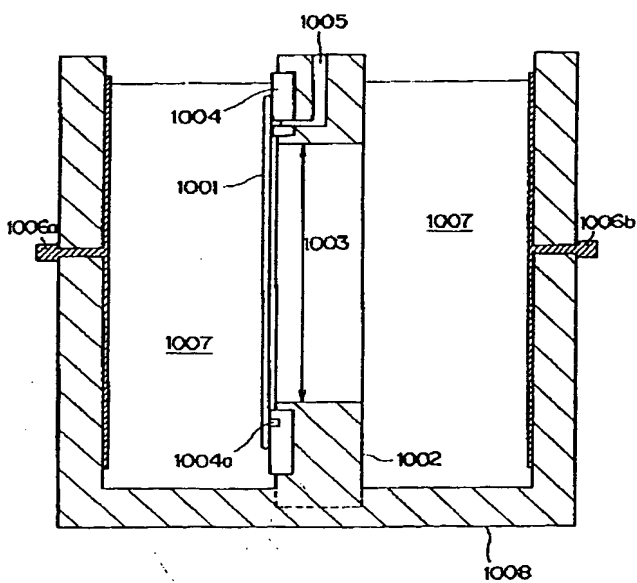
【図5B】



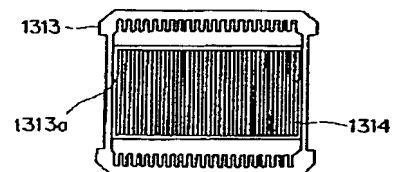
【図6】



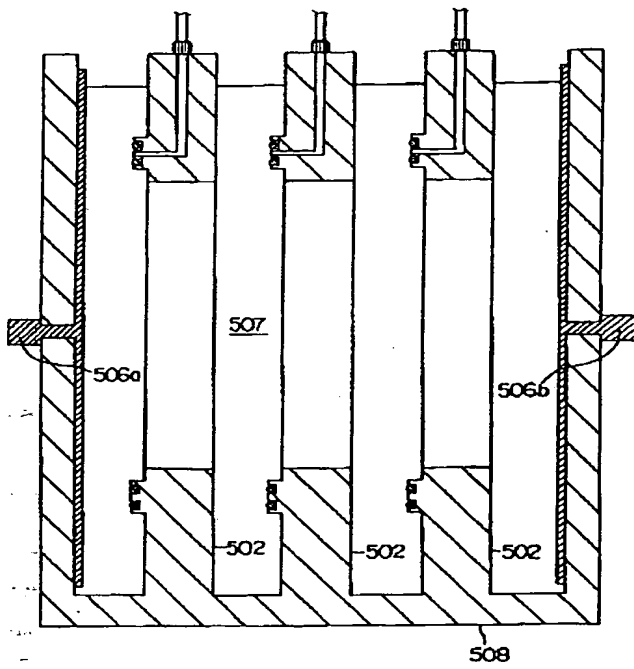
【図10】



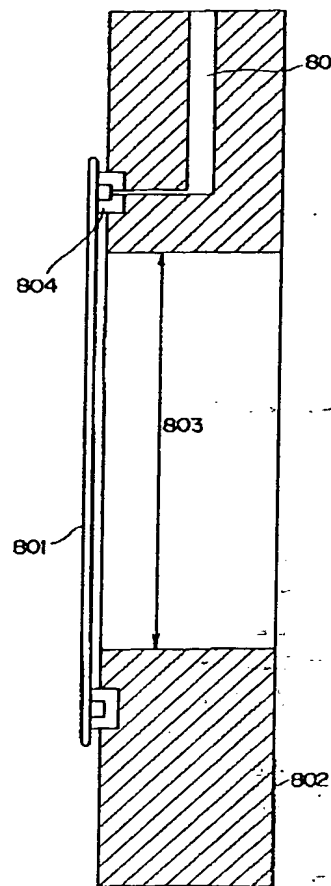
【図15B】



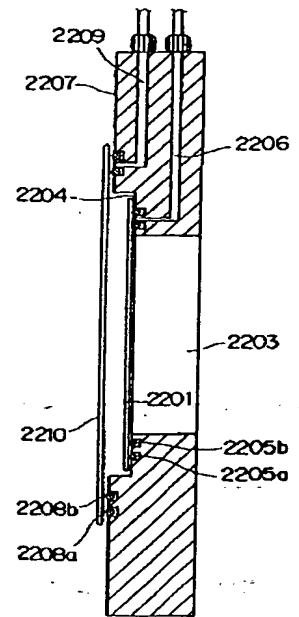
【図 7】



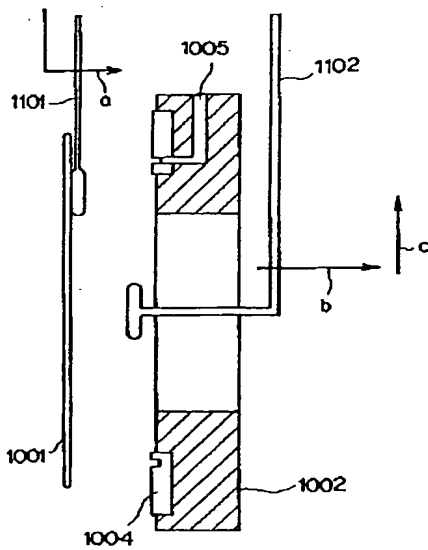
【図 8】



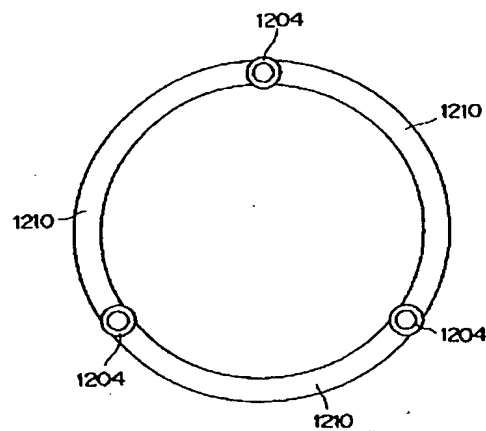
【図 21 B】



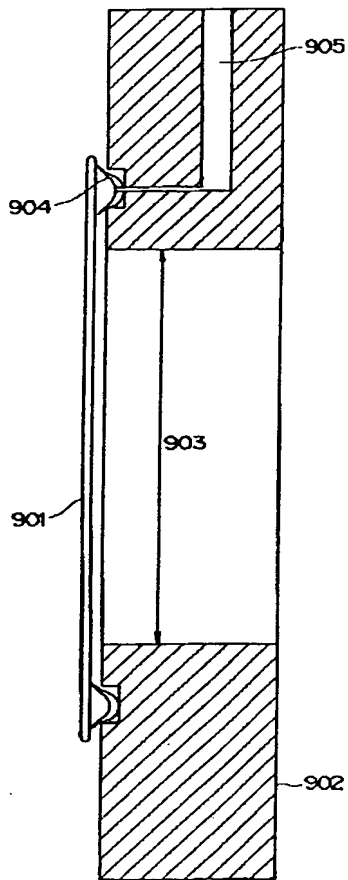
【図 11】



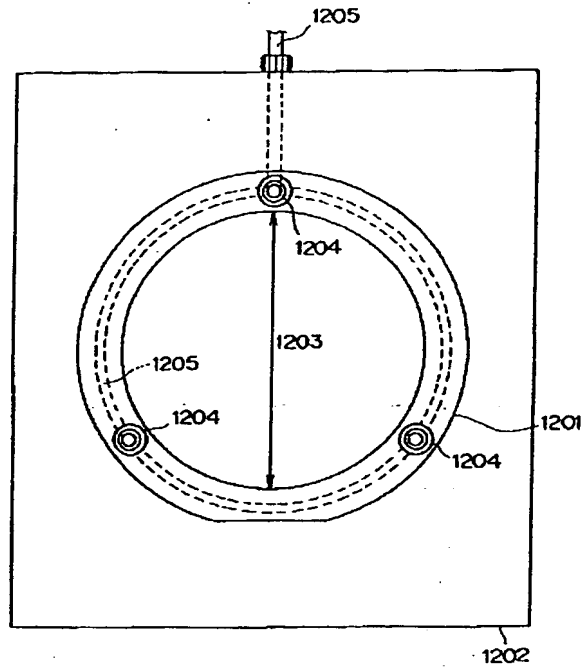
【図 12 B】



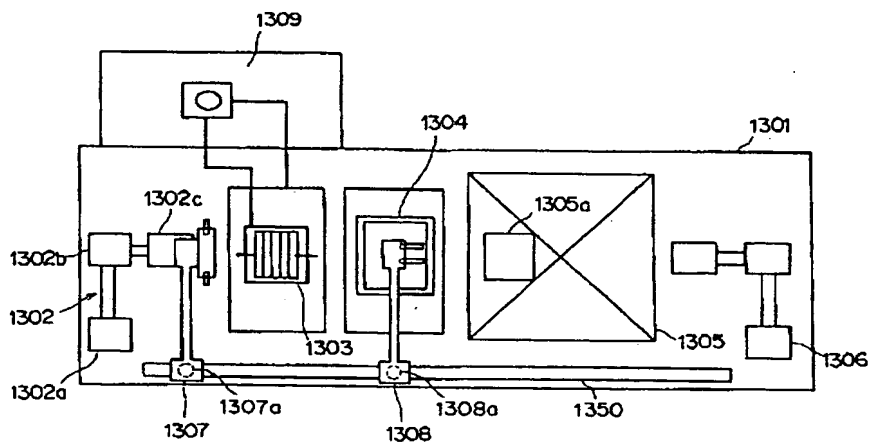
【図 9】



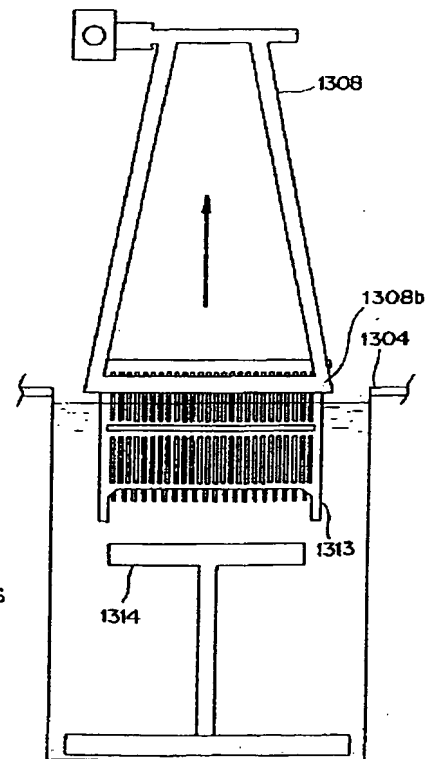
【図 12 A】



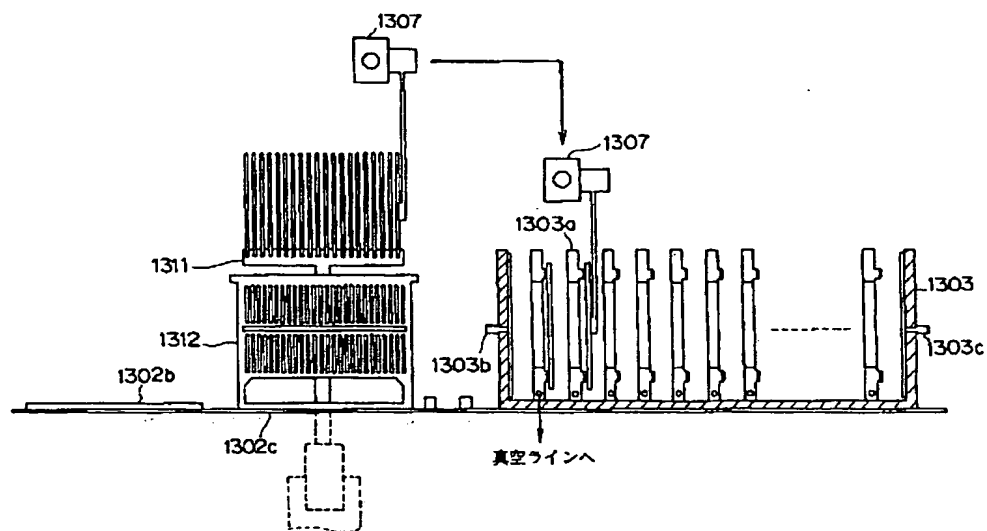
【図 13】



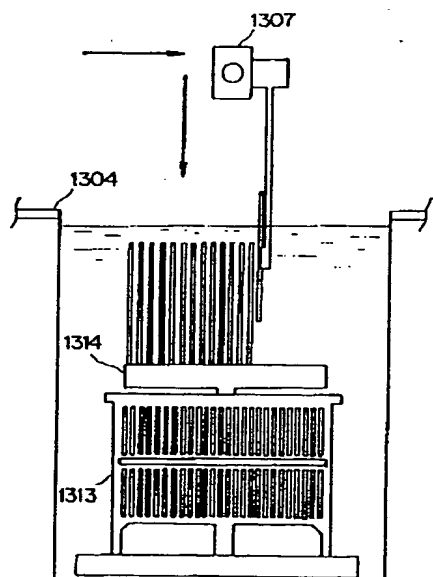
【図 15 C】



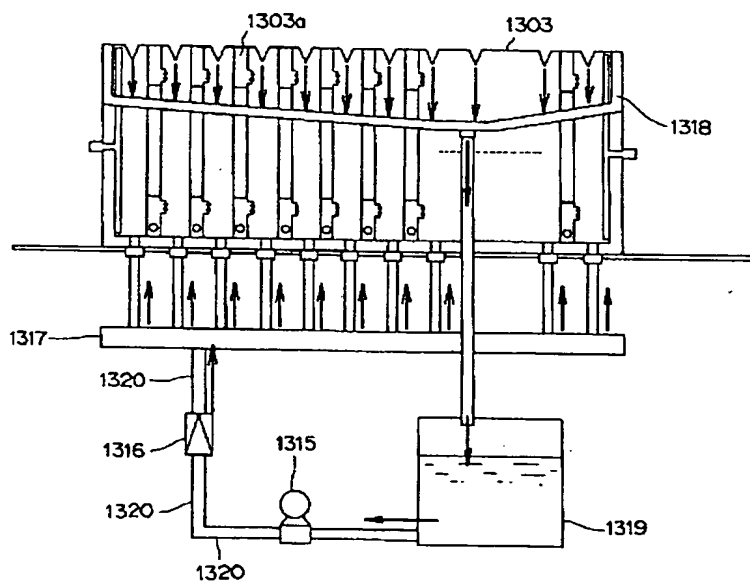
【図14】



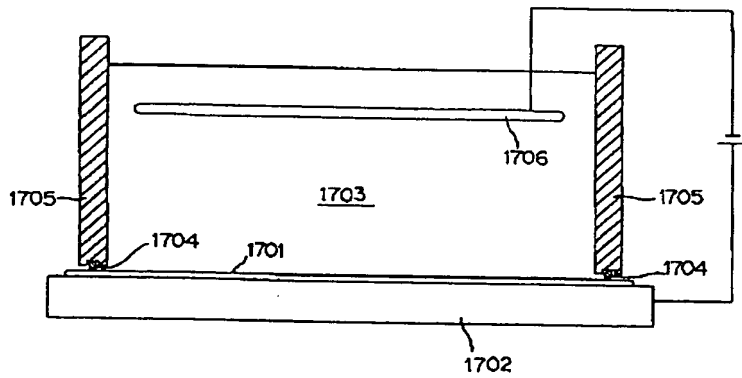
【図15A】



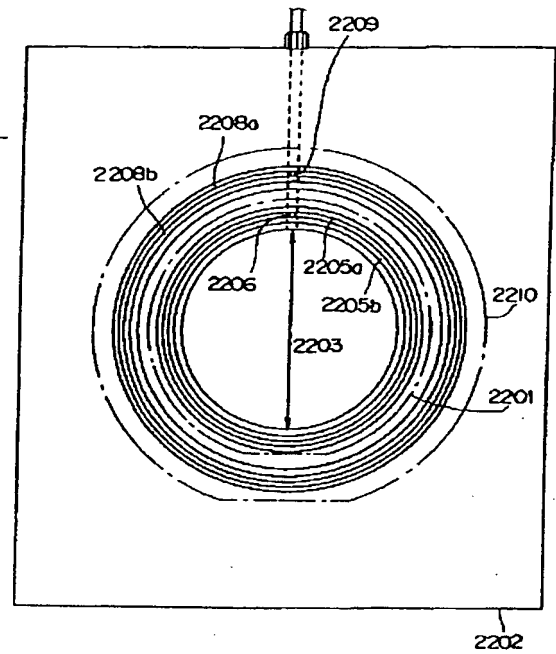
【図16】



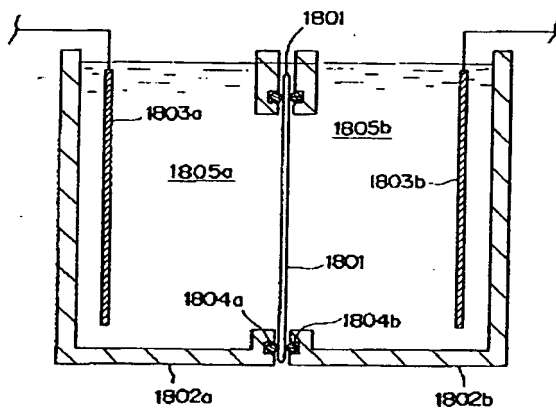
【図 17】



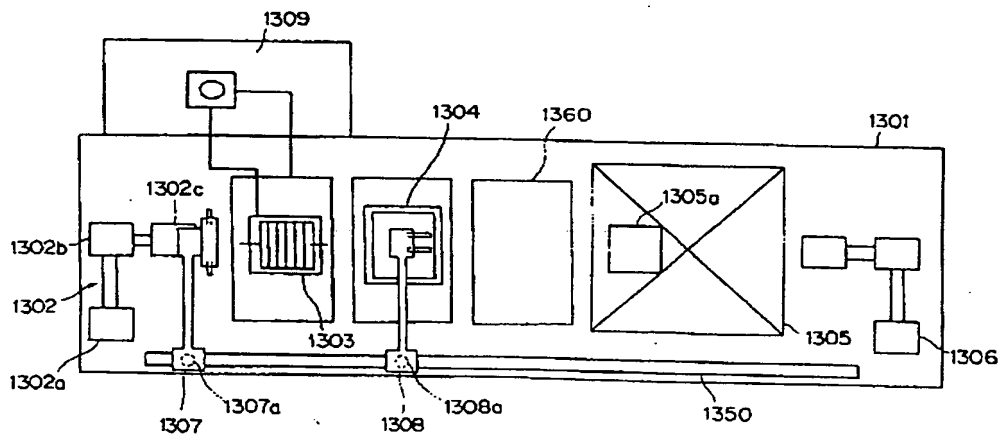
【図 21 A】



【図 18】

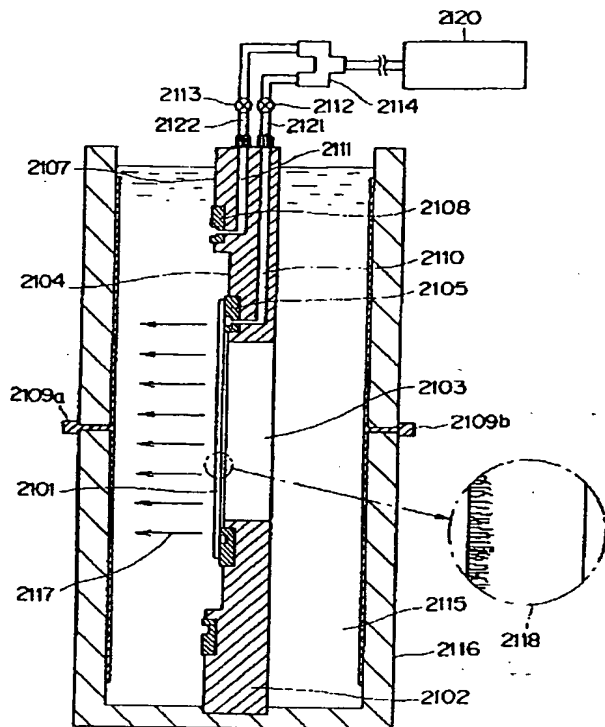


【図 19】

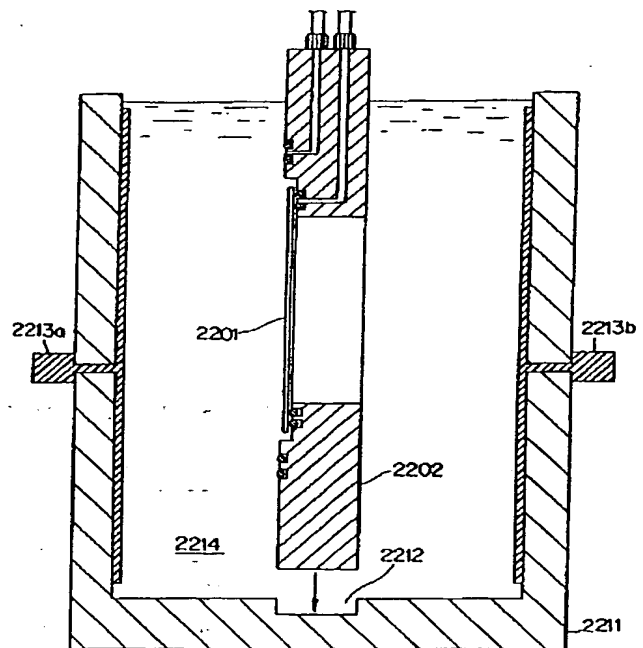




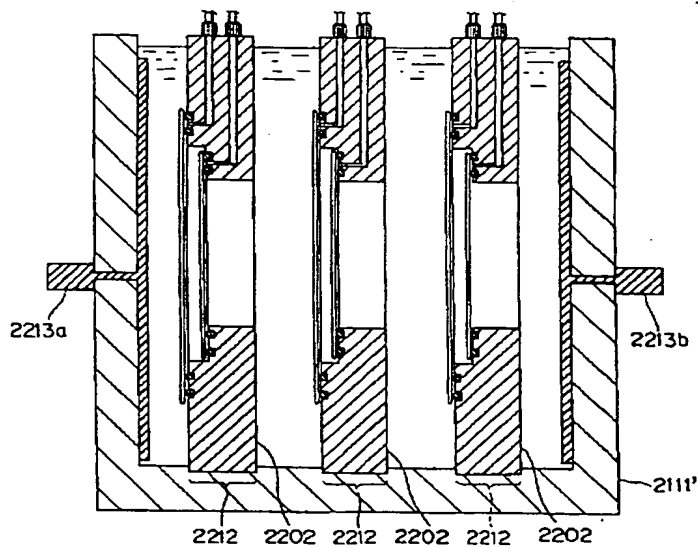
【図 20】



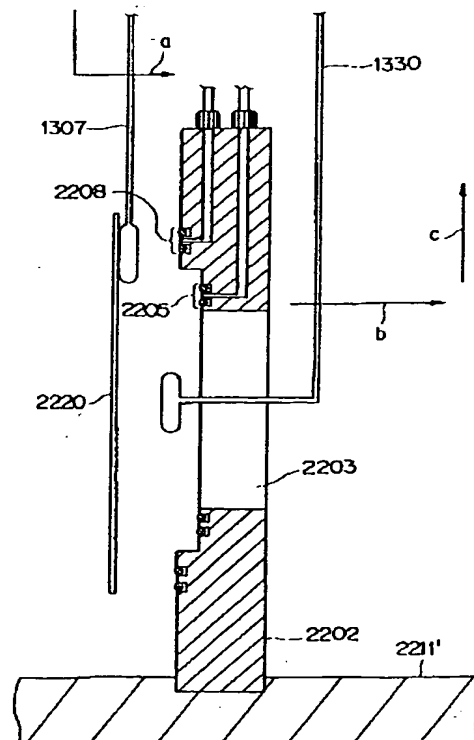
【図 22】



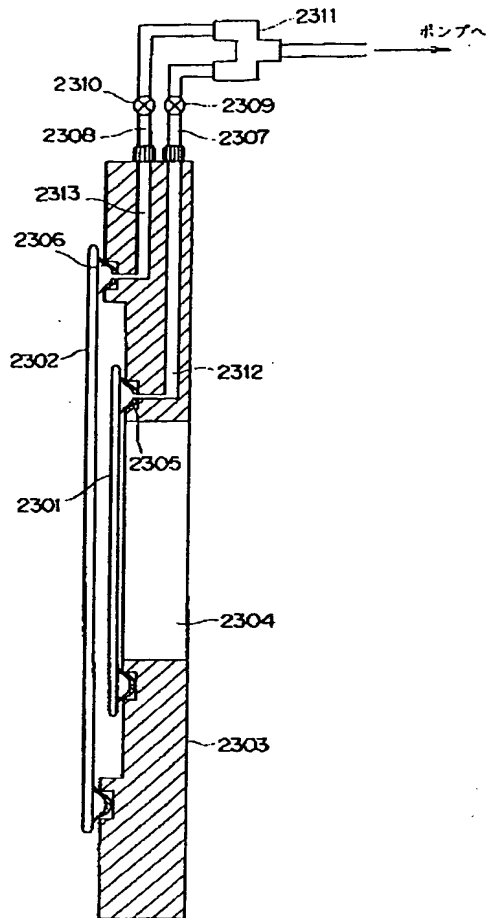
【図 23】



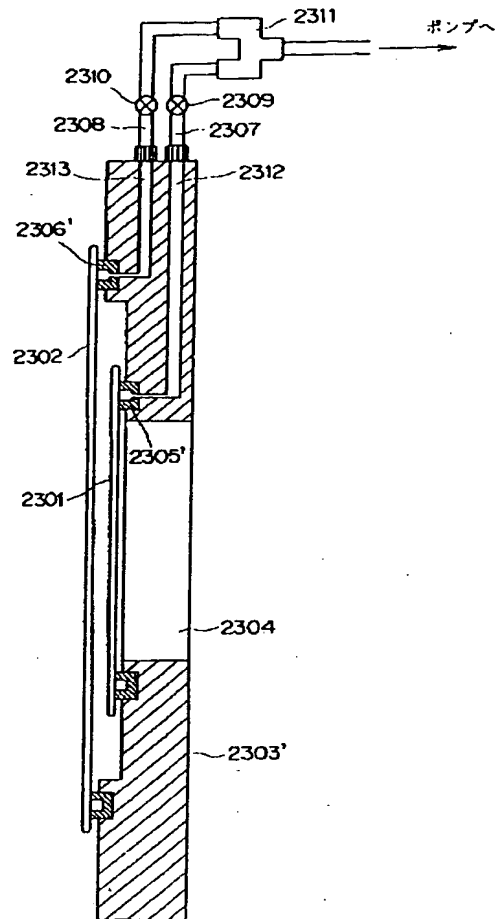
【図 24】



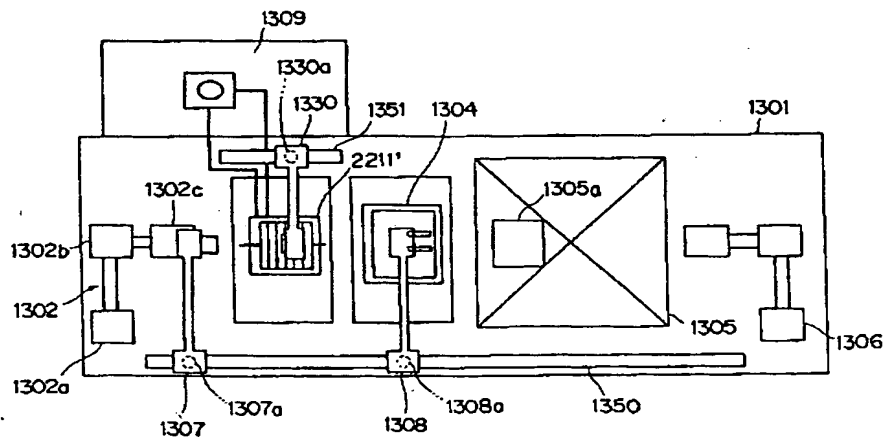
【図 25】



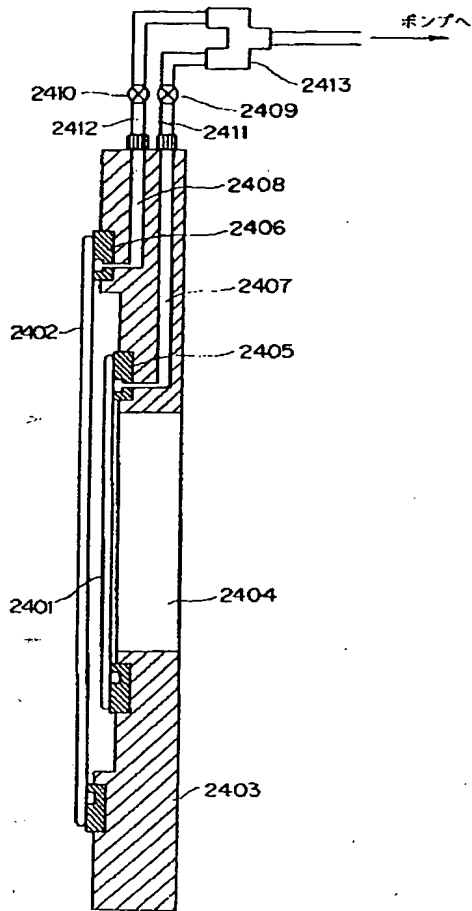
【図 26】



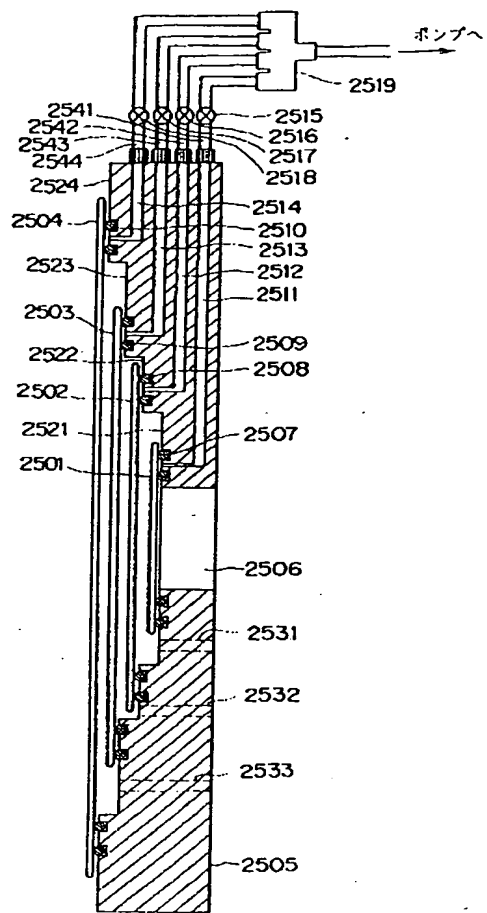
【図 29】



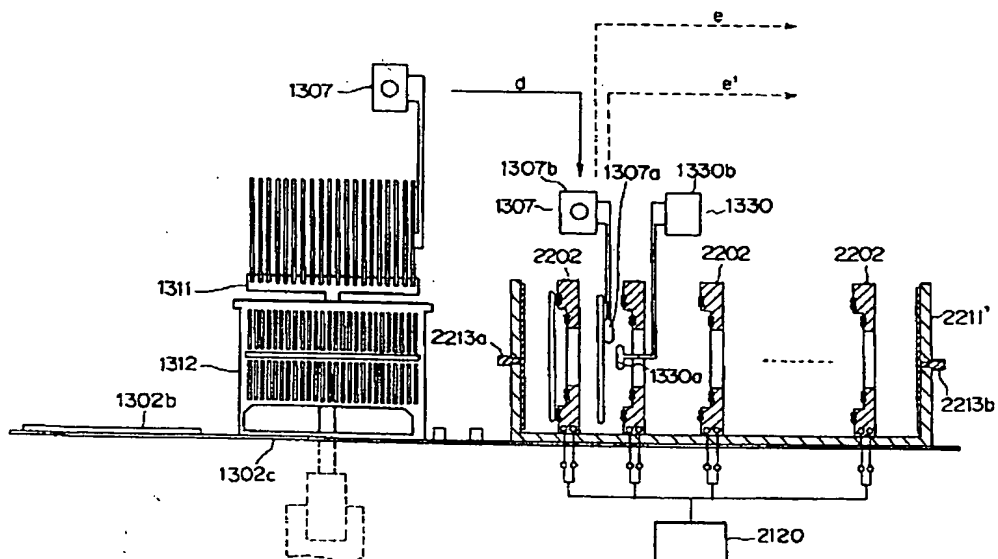
【図 27】



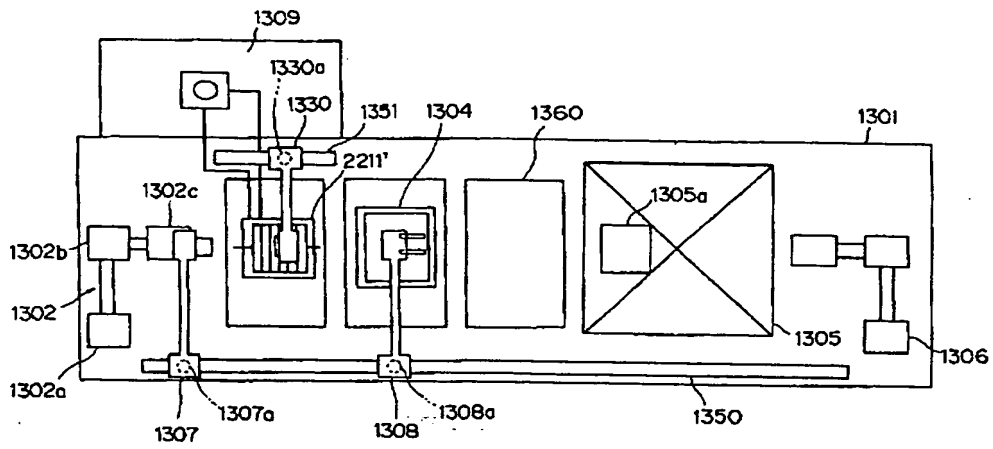
【図 28】



【図 30】



【図 3 1】



【図 3 2】

